سلسلة تربية محاصيل الخضر

تربية القرعيات لتحسين المحصول وصفات الجودة وتحمل الظروف البيئية القاسية

تأليف

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

تربية القرعيات لتحسين المحصول وصفات الجودة
وتحمل الظروف البيئية القاسية

حسـن، أحمد عبد المنعم
تربية القرعيات لتحسـين المحصول وصفات الجودة وتحمل الظروف البيئية القاسـية/ تأليف أحمد عبد المنعم حسـن.
ط١.- القاهرة: - ٢٠١٩ م
١١٨ ص, ١٧ × ٢٤- (سـلسـلة تربية محاصيل الخضر).
١. تربية الخضر
٢. تربية القرعيات
أ. العنوان

الطبعة الأولى
١٤٤٠هـ - ٢٠١٩م

المقدمـــة

هذا هو الكتاب الثانى فى سلسلة من ثلاثة كتب تتناول موضوع تربية الخضر القرعية، وقد سبقه فى الظهور كتاب "أساسيات تربية القرعيات"، ويليه — بمشيئة الله — كتاب "تربية القرعيات لمقاومة الأمراض والآفات".

يتناول الكتاب الذى بين يديك موضوع تربية القرعيات من ثلاثة وجوه، هى: تحسين المحصول، وتحسين صفات جودة الثمار، وتحسين القدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية.

يشتمل الكتاب على أربعة فصول تختص بالخضر القرعية الرئيسية، وهى: البطيخ، والكنتالوب (القاوون)، والخيار، والكوسة والقرع العسلى.

والله أسأل أن يكون هذا الكتاب إضافة للمكتبة العربية.

أ.د. أحمد عبد المنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة — جامعة القاهرة

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الفصل الرابع

تربية الكوسة والقرع العسلى ٨١

الفصل الأول

تربية البطيخ

التربية لتحسين المحصول المبكر والكلى وإنتاج البطيخ اللابذرى

يرتبط المحصول المبكر بالإنتاج المبكر للأزهار المؤنثة، ويزداد كلاً من المحصولين المبكر والكلى فى البطيخ الثلاثى التضاعف اللابذرى.

وقد أوجز Kumar & Wehner (٢٠١٤) جهود الباحثين فى تربية البطيخ لزيادة المحصول.

المحصول المبكر والكلى

تتميز نباتات البطيخ التى تحمل أعدادًا كبيرة من الأزهار المؤنثة بحملها لأول زهرة مؤنثة على عقدة منخفضة من الساق عن تلك التى تحمل أعدادًا أقل من الأزهار المؤنثة، وذلك عند رش النباتات بثيوسلفات الفضة silver thiosulfate. وبذا.. فإنه يكون من الممكن الانتخاب لصفة حمل أعدادًا كبيرة من الأزهار المؤنثة برش البادرات بثيوسلفات الفضة قبل الشتل (Sugiyama ١٩٩٨، و Sugiyama وآخرون ١٩٩٨).

ولقد دُرست وراثة مكونات المحصول ودرجة توريثها فى المعنين العام والخاص فى عديد من التلقيحات.

وراثة المحصول

تُعد صفتا المحصول المبكر والمحصول الكلى من الصفات الكمية التى يتحكم فى كل منهما عديد من الجينات.

وقد قُدِّر معامل التوريث فى المعنى العريض بنحو ٨٦٪ لعدد الثمار بالنبات، و٧٧٪ لمحصول النبات، و٣٦٪ لعدد العقد حتى أول زهرة مؤنثة، و٢٣٪ لعدد الأيام حتى أول ثمرة مكتملة التكوين (عن Gusmini ٢٠٠٣).

وفى دراسة أخرى وجد أن صفة محصول الثمار فى البطيخ كانت ذات درجة توريث – على النطاق الضيق – منخفضة؛ بما يعنى ضرورة إجراء الانتخاب للمحصول على أساس خطوط أنسال مكررة فى عدة بيئات لتعظيم التقدم فى الانتخاب (Kumar & Wehner ٢٠١١).

فعندما دُرست وراثة صفة المحصول ودرجة توريث مكونات المحصول (محصول الثمار بالوزن وعدد الثمار فى وحدة المساحة ووزن الثمرة).. تبين زيادة التباين البيئى عن التباين الوراثى فيها جميعًا، وكانت تقديرات درجات التوريث على النطاقين العريض والضيق منخفضة إلى متوسطة. ووجد أن صفتى محصول الثمار وحجمها يتحكم فى كل منهما عديد من الجينات. ويُستدل من هذه الدراسة على عدم جدوى الانتخاب لصفة المحصول إلاَّ إذا صاحبة اختبار للنسل فى مكررات وربما فى عدة مواقع (Kumar & Wehner ٢٠١٣).

البطيخ اللابذرى

طرق إنتاج البطيط اللابذرى

يُنتج البطيخ اللابذرى بإحدى طريقتين، وتُعد الطريقة الأولى – فيما يلى بيانه – هى الأكثر اتباعًا.

١– ينتج البطيخ اللابذرى – وهو بطيخ ثلاثى التضاعف – بتهجين بطيخ رباعى التضاعف كأم، مع بطيخ ثنائى التضاعف كأب. وأفضل الهجن الثلاثية هى التى تنتج من تهجين نباتات لا تربطها صلة قرابة، علمًا بأنه لا يمكن التكهن بحالة الهجين الثلاثى من مظهر آبائه الثنائية والرباعية، ولا بديل عن التجربة والخطأ إلى أن يمكن العثور على هجن ثلاثى (لابذرى) مقبول تجاريًّا.

تكون الهجن الثلاثية عقيمة؛ بسبب عدم انتظام الانقسام الاختزالى بها، وتحتاج عند زراعتها إلى ملقحات؛ لكى تعمل حبوب اللقاح على تحفيز النمو البكرى لمبايض أزهار الأم الثلاثية. وقد كان H. Kihara أول من أنتج بطيخًا لابذريًّا بهذه الطريقة، وذلك فى عام ١٩٥١.

وجدير بالذكر أن التلقيح العكسى — أى عند استعمال السلالة الرباعية التضاعف كأب — يؤدى إلى إنتاج بذور خالية من الأجنة.

٢- معاملة حبوب اللقاح بأشعة إكس

تمكن Sakaguchi & Nishjumura (١٩٦٩) من إنتاج البطيخ اللابذرى بطريقة أخرى استعملا فيها الانتقالات الكروموسومية فى خفض نسبة حبوب اللقاح الخصبة؛ فقد أحدثا انتقالات كروموسومية فى صنف البطيخ Asahi-yamats باستخدام الأشعة السينية، ثم أجريا تلقيحات بين النباتات الخليطة فى الانتقالات؛ مما أدى إلى خفض نسبة حبوب اللقاح الخصبة فى النباتات الناتجة إلى ٣,١٪. ومن ثم خفض عدد البذور إلى ١٩,٩ بذرة بالثمرة. ويذكر الباحثان أن هذه النباتات كانت مشابهة للصنف الأصلى فى كل الصفات المورفولوجية والبستانية إلا فيما يختص بالعقم، وأوضحا أنه لا يوجد ما يمنع من استخدام هذه الطريقة فى إنتاج أصناف تجارية لابذرية من البطيخ.

فنجد عند معاملة حبوب لقاح البطيخ بأشعة إكس ذات طول موجى ٠,١ أنجستروم (soft X-rays) واستخدامها فى تلقيح أزهار بطيخ ثنائى العدد الكروموسومى فإن الثمار المنتجة تكون عديمة البذور، ويكون العقد بمعدله الطبيعى على الرغم من معاملة حبوب اللقاح بأشعة إكس. وقد ظهرت بذور فارغة بالثمار عند التلقيح بهذه الطريقة.. وكانت أفضل جرعة لمعاملة حبوب اللقاح هى ٤٠٠-١٠٠٠ جراى Gy؛ حيث كانت البذور الفارغة المتكونة عند إجراء التلقيح بها صغيرة الحجم. ولم تؤثر معاملة الأشعة على وزن الثمرة أو شكلها أو سمك القشرة أو عدد الأيام لحين اكتمال التكوين، مقارنة بثمار الكنترول، إلاّ أن الثمار كانت أعلى قليلاً فى محتواها من السكر (Sugiyama & Morishita ٢٠٠٠).

إن تلقيح أزهار البطيخ بحبوب لقاح سبقت معاملتها بأشعة إكس يؤدى إلى إنتاج ثمار تحتوى على بذور فارغة وإن كانت بشكلها وحجمها الطبيعيين. وقد تبين حدوث إخصاب مزدوج بعد التلقيح بحبوب اللقاح المعاملة بأشعة إكس، لكن الجنين فشل فى

إكمال نموه بسبب ما أحدثته أشعة إكس من اضطرابات كروموسومية فى النواة التناسلية generative nucleus (Sugiyama وآخرون ٢٠٠٢).

مميزات البطيخ اللابذرى

١- تُعد ثمار أصناف البطيخ الثلاثية العدد الكروموسومى – بصورة عامة – أكثر حلاوة من ثمار أصناف البطيخ الثنائية التضاعف. وفى إحدى الدراسات تراوحت نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى البطيخ الثلاثى من ١١,٧٪ فى الصنف Jack of Hearts إلى ١٣,٤٪ فى الصنف Tri-X-Carousel، وفى البطيخ الثنائى من ١١,٤٪ فى الصنف Festival إلى ١٢,٦٪ فى الصنف Sultan (Maynard وآخرون ٢٠٠٢).

٢- تتميز نباتات البطيخ الثلاثى اللابذرى بقوة النمو، والمقاومة الحقلية للذبول الفيوزارى، وفى أعداد الثمار المنتجة ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية. ومن مظاهر قوة النمو الأخرى صلابة قشرة الثمار، ومقاومة الثمار لمرض التلطخ fruit blotch، وقدرتها التخزينية العالية؛ مما يقلل من تكاليف شحن الثمار وتخزينها.

٣- تتميز الأمهات رباعية التضاعف الثلاثية بأنها تُسهم بضعف عدد الجينات التى تُسهم بها النباتات الثنائية التضاعف عند إنتاج البذور الثلاثية، ويفيد ذلك فى الصفات التى تتأثر بتلك الخاصية (خاصية الـ dose effect)، كما فى حالة المقاومة للأنثراكنوز (عن Rhodes ٢٠٠٠).

عيوب البطيخ اللابذرى

١- تظهر بكثير من الهجن اللابذرية الثلاثية عيوب تجارية هامة – بثمارها – مثل: التجوف – والقشرة السميكة، وعدم انتظام الشكل، وتكّوُن بذور فارغة ذات غلاف بذرى سميك. وتؤثر الآباء المستخدمة فى إنتاج الهجن الثلاثية تأثيرًا كبيرًا على هذه الخصائص. كما أن بعض الآباء يظهر بها طعم غير مرغوب فيه عندما تكون فى الحالة الرباعية، وينتقل هذا الطعم إلى الهجن الثلاثية، بينما لا يظهر هذا الطعم – أبدًا – وهى فى الصورة الثنائية التضاعف.

٢- ينخفض بشدة إنبات بذور البطيخ ثلاثى التضاعف بسبب وجود الجنين الثلاثى داخل غلاف بذرى رباعى التضاعف. ويتطلب إنباتها حرارة عالية (٣٠°م) ورطوبة وتهوية (أكسجين) مناسبتين ليمكنها الإنبات. ويُعد إنباتًا بنسبة ٨٠٪ هو الإنبات الشائع فى البطيخ ثلاثى التضاعف، ولكن يمكن تحسين تلك النسبة بمعاملات خاصة.

ومن الأفضل دائمًا خربشة الغلاف البذرى قبل زراعة البذور، والتخلص منه من حول الأوراق الفلقية بعد بزوغ البادرة. هذا — إلاّ أن مجرد رج البذور مع مواد صلبة — مثل الحصى أو كرات الصلب — يكفى لتحسين الإنبات.

وعند إنبات البذور الثلاثية التضاعف فإن فلقاتها تكون — عادة — مشوهة، وتنمو بادراتها ببطء شديد. وبعد مرحلة تكوين الأوراق الفلقية فإن البادرات تنمو بنفس قوة نمو البادرات ثنائية التضاعف. هذا.. إلاّ أن الاحتياطات التى تُتخذ فى المراحل الأولى للإنبات والنمو تزيد من تكلفة إنتاج البطيخ اللابذرى (عن Rhodes ٢٠٠٠).

٣- يبلغ سعر بذور هُجن البطيخ الثنائية التضاعف ١٠ أضعاف سعر بذور أصناف البطيخ المفتوحة التلقيح؛ هذا بينما يبلغ سعر هُجن البطيخ الثلاثية التضاعف (اللابذرية) مائة ضعف سعر بذور الأصناف المفتوحة التلقيح، ويرجع ذلك إلى قلة أعداد البذور فى ثمار السلالات الرباعية، وقلة كميات البذور الثلاثية التى يُحصل عليها من التهجين بين السلالات الثنائية والرباعية.

٤- وفضلاً عن الأسعار العالية لبذور الهجن الثلاثية، فإن رعاية المشاتل بمعاملات البذور والمعاملات التى تلى زراعتها حتى المراحل الأولى من النمو تزيد من تكلفة الإنتاج.

التربية لتحسين صفات الجودة

تتكون ثمرة البطيخ من جدار ثمرى خارجى exocarp وهو الطبقة الخضراء الخارجية، وجدار ثمرى وسطى mesocarp وهو الطبقة البيضاء الغضة التى تلى الطبقة الخضراء، وجدار ثمرى داخلى endocarp وهو الجزء الذى يحتوى على البذور، والذى يستهلك كغذاء، بعكس الكنتالوب الذى يؤكل من ثماره الجدار الثمرى الوسطى

mesocarp. ويشار إلى الجدار الثمرى الخارجى والوسطى معًا باسم قشرة الثمرة rind (عن Gusmini & Wehner ٢٠٠٦).

تستمر البذور فى النمو إلى أن تكمل الثمرة نضجها.

وإذا تُركت البذور لفترة طويلة فى الثمرة فإنها قد تنبت وهى فى مكانها (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

شكل الثمرة وملمسها وحجمها وصلابة قشرتها

الشكل

يذكر أن نسبة طول ثمرة البطيخ إلى عرضها يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة. وقد أخذ الجين الذى يتحكم فى الشكل المطاول elongate الرمز O، ولكن يبدو أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة؛ إذ إن الجيل الثانى ينعزل بنسبة ١ كروى (oo): ٢ بيضاوى (Oo): ١ طويل (OO). كما يعتقد – أيضًا – بوجود جينات محورة؛ لأن بعض الثمار المستطيلة تكون أسطوانية الشكل، ولبعضها نهايات مستدقة، فضلاً على أن بعض الثمار الكروية تبدو مضلعة الشكل blocky.

وبينما تكون بعض الثمار الطويلة أرفع قليلاً من جهة العنق – وهى الحالة التى تعرف باسم gourd–neck fruit – فإن بعض الثمار الكروية قد يظهر بقلبها تجويف واضح – وهى الحالة التى تعرف باسم hollow heart – وهما صفتان غير مرغوبتين.

ومن الجدير بالذكر أنه يمكن الانتخاب لشكل الثمرة فى طور البادرة؛ إذ إن الأوراق الفلقية الطويلة ترتبط بصفة الثمار المطاولة، بينما ترتبط الأوراق الفلقية الدائرية بالثمار الكروية.

كما يمكن التنبؤ بشكل الثمار من شكل المبيض عند تفتح الزهرة؛ الأمر الذى يمكن اتخاذه دليلاً على شكل الثمرة عند إنتاج بذور الهجن.

الملمس

يتحكم فى صفة وجود انخفاضات طويلة سطحية بثمرة البطيخ جين واحدٍ متنحٍ، بينما تسود صفة الثمار الملساء.

الحجم

يتراوح وزن ثمرة البطيخ من كيلوجرام واحد إلى ١٠٠ كيلوجرام. وفى الولايات المتحدة تقسم الثمار حسب وزنها إلى أربع فئات، هى: icebox (< ٥,٥ كجم)، وصغيرة (٥,٥– ٨,٠ كجم)، ومتوسطة (٨,١– ١١,٠ كجم)، وكبيرة (١١,١–١٤,٥ كجم) وضخمة أو جاينت (< ١٤,٥ كجم). وحديثًا.. قُسِّمت فئة الـ icebox إلى: مِنِى mini (< ٤,٠ كجم)، وicebox (٤–٤,٥ كجم).

يعتبر حجم الثمرة صفة كمية يتحكم فيها حوالى ٢٥ زوجًا من الجينات. ويتوقف الحجم المناسب على ذوق المستهلك.

ولقد وُجدت تأثيرات جوهرية مضيفة، وسائدة ومتفوقة على وزن الثمرة، وكان الأكثر تأثيرًا فى وراثة الصفة هى تلك الخاصة بالسيادة وتفاعل السيادة مع السيادة. هذا إلاّ إنه لم يمكن تحديد جينات مفردة أو QTLs تؤثر فى صفة وزن ثمرة البطيخ.

وفى دراسة أخرى.. وجد أن درجة توريث صفة حجم الثمرة كانت متوسطة (٠,٥٩) على النطاق العريض، ومنخفضة (٠,٤١) على النطاق الضيق، وأنه يتحكم فى وراثتها حوالى ٦ جينات. وأُوصى باتباع طريقة الانتخاب المتكرر فى تغيير تلك الصفة — بالزيادة أو بالنقصان — فى برامج التربية (Gusmini ^& Wehner ٢٠٠٧).

وأمكن تربية سلالات من البطيخ تنتج ثمارًا صغيرة الحجم جدًّا mini-melons تصلح لحملها مع سندويتشات الغذاء فى الـ lunch bag. يبلغ قطر هذه الثمار حوالى ١٥ سم ويتراوح وزنها بين ١,٥، و٣,٥ كجم، وهى عديمة البذور وذات قشرة رقيقة، وقد تراوح متوسط تركيز الليكوبين فى ١٥ سلالة فيها بين ٦٧٠٠، و٩٦٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم، مقارنة بمحتوى يتراوح بين ٣٧٠٠، و٦٩٠٠ فى ثمار عديد من الأصناف البذرية واللابذرية الكبيرة الثمار. كما تراوح محتوى البيتاكاروتين فى سلالتين منها بين ١١٠٠، و ١٤٠٠ ميكروجرام/١٠٠جم، مقارنة بمحتوى يبلغ حوالى ٣٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم فى ثمار الأصناف الكبيرة الثمار (USDA ٢٠٠٤).

صلابة القشرة

إن قشرة الثمرة هى الغلاف الثمرى الخارجى exocarp، وقد ذُكر أن صفة القشرة الصلبة سائدة على القشرة السهلة الكسر التى تتفلق بسرعة عند قطعها. وقد أعطيت هذه الصفة الرمز e؛ نسبة إلى حالة التفلق الانفجارى explosive bursting. هذا.. بينما أوضحت دراسة أخرى أن صلابة القشرة يتحكم فيها أكثر من جين. وتتوفر أكبر درجة لصلابة قشرة الثمرة فى الصنف Peacock، وأقل درجة فى الصنف Calhoum Sweet، ولكن معظم الأصناف تقع بينهما.

ومن الضرورى — عند التربية — انتخاب الثمار ذات القشرة المرنة نوعًا ما، حتى لا "تنفجر" لدى تعرضها لأى ضغط عليها. ويمكن الانتخاب لهذه الصفة بقطع شريط من قشرة الثمرة بسمك ١,٥–٣,٠ مم وبطول ٧,٥ سم، ثم محاولة ثنيها على شكل دائرة، فإذا تشكلت منها دائرة كانت القشرة صلبة جدًّا، أما إذا كسرت أثناء محاولة عمل الدائرة منها.. فإن القشرة تكون سهلة التفلق.

وتتميز التراكيب الوراثية من البطيخ ذات قشرة الثمرة الصلبة باحتوائها على طبقات أسمك من الخلايا الكولنشيمية collenchyma، وبأن طبقات خلاياها الاسكلرنشيمية sclerenchyma تتكون من خلايا أصغر حجمًا وأكثر استدارة وأكثر اندماجًا وبكثافة أعلى. ولقد اقتُرح أن تركيب نسيج قشرة الثمرة يرتبط بالمقاومة للتشقق أثناء التداول. أما سمك جُدر الخلايا فلم يكن له أهمية تذكر كعامل فى صلابة القشرة. وعندما لُقح الصنف Beni Kodama القابل للإصابة بالتشقق مع الصنف المقاوم للتشقق Africa 22857 وجد أن صفة المقاومة للتشقق يتحكم فيها جينات سائدة جزئيًّا (Sugiyama وآخرون ١٩٩٩).

اللون الخارجى للثمار

إن أكثر ألوان قشرة الثمرة انتشارًا هى: الأخضر المتجانس (سواء أكان داكنًا، أم متوسطًا، أم فاتحًا)، والمخطط (بخطوط خضراء داكنة ضيقة أو متوسطة أو عريضة على خلفية خضراء فاتحة)، والرمادى gray (خطوط متوسطة الاخضرار على خلفية خضرا فاتحة).

ويتحكم فى لون الثمرة ثلاثة آليلات عند الموقع g، هى: G للون الثمار الأخضر الداكن، و g^s للون الثمار المخطط، وg للون الثمار الأخضر الفاتح، إلاّ أن ذلك النظام لا ينطبق على كل أصناف البطيخ.

وبعبارة أخرى.. فإنه يوجد جين واحد يتحكم فى مدى دكنة اللون الأخضر للثمار، علمًا بأن اللون الأخضر القاتم سائد على اللون الأخضر الفاتح (الذى يسمى رماديًّا gray)، ولكن الصفة تتأثر كذلك ببعض الجينات المحورة. ويعطى هذا الجين الرمز g؛ نسبة إلى الصفة المتنحية green skin.

ويتحكم فى ظهور خطوط عريضة خضراء قاتمة اللون — على الثمار — جين واحد متنح وربما كان هذا الجين آليليًّا للجين g؛ لذا.. فقد أُعطى الرمز g^s.. علمًا بأن بعض الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن تفيد بأن صفة الخطوط الخضراء القاتمة بالثمار سائدة. كما ذُكر وجود جين آخر يؤدى إلى ظهور خطوط طولية خضراء بالثمرة، مقابل ظهور خطوط طولية بيضاء عند غيابه. هذا.. بينما يتحكم فى صفة الخطوط الطولية الرفيعة الخضراء جين آخر متنح ليس آليليًّا للجين g^s، وقد أعطى الرمز p لوصف الخطوط الطولية التى تشبه خطوط القلم pencilled lines.

أما التبرقشات البيضاء المخضرة التى تظهر على قشرة ثمار البطيخ.. فيتحكم فيها جين واحد متنح، يأخذ الرمز m نسبة إلى حالة التبرقش mottling (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

كما ذكر أن صفة الثمار الصفراء اللون سائدة سيادة تامة على صفة الثمار ذات اللون الأخضر الفاتح، أو الأخضر المخطط (عن Abdel-Hafez ١٩٦٩).

وقد أمكن — كذلك — التعرف على جينين، هما: Yb للون بقعة ملامسة الثمرة للأرض ground spot الصفراء التى تُعرف باسم yellow belly كما فى الصنف Diamond Yellow Belly، و ins للتخطيط المتقطع لقشرة الثمرة internittent stripes كما فى الصنف Narajo Sweet.

هذا.. ولا يعتبر اللون الخارجى للثمار من الصفات التى يوليها المربى أهمية كبيرة إلا إذا كان المستهلك يرغب فى لون معين تعود عليه وارتبط فى ذهنه بالجودة العالية. وعمليًّا.. فإن الثمار ذات اللون الأخضر القاتم تكون أكثر عرضة للإصابة بلفحة الشمس عن الثمار الأفتح لونًا.

ويمكن الاطلاع على التفاصيل المتعلقة بلون ونظام تلوين قشرة ثمرة البطيخ بالرجوع إلى Gusmini & Wehner (٢٠٠٥).

اللون الداخلى ومحتوى الثمار من الكاروتينات والليكوبين

اللون الداخلى للثمار

يعد اللون الأحمر لثمار البطيخ صفة بسيطة سائدة على اللون الأصفر، ويأخذ الجين الذى يتحكم فى اللون الأصفر الرمز y. كما وجد جين آخر يفرق بين اللونين الأصفر والوردى، أعطى الرمز C؛ نسبة إلى اللون الأصفر الكنارى canary yellow الذى يسود على اللون الوردى. كما وجد لدى تلقيح نباتات ذات ثمار حمراء بأخرى ذات ثمار بيضاء اللون – داخليًّا – انعزال الجيل الثانى بنسبة ١٢ أبيض: ٣ أصفر: ١ أحمر؛ الأمر الذى يعنى وجود جين يتحكم فى اللون الأبيض (أعطى الرمز wf) يتفوق على جين آخر يتحكم فى اللون الأصفر Y؛ وبذا.. يظهر اللون الأبيض عندما يكون التركيب الوراثى – – Wf Wf، والأصفر عندما يكون التركيب الوراثى wf wf Y-، والأحمر عندما يكون التركيب الوراثى wf wf yy (عن Henderson ١٩٨٩).

كذلك أمكن التعرف على جين يتحكم فى لون لُبِّ (لحم) الثمار القرمزى scarlet – كما فى الصنف Dixielee، أُعطى الرمز Scr. وقد ظهرت انحرافات فى انعزالات اللب الأحمر والأبيض والأصفر السلمون salmon yellow؛ مما يثير علامات استفهام بشأن وراثة تلك الصفات (Gusmini & Wehner ٢٠٠٦).

كذلك وجد Abdel-Hafez وآخرون (١٩٨٠) لدى تلقيح الصنف Congo ذى الثمار الحمراء بالصنف Kaho ذى الثمار البرتقالية داخليًّا أن ثمار نباتات الجيل الأول

كانت برتقالية اللون، بينما انعزلت نباتات الجيل الثانى إلى الألوان: البرتقالى، والأبيض الضارب إلى الصفرة، والأحمر بنسبة ٩: ٣: ٤ على التوالى؛ الأمر الذى يعنى أن تلك حالة تفوق يتحكم فيها جينان، ويلزم وجود آليل سائد واحد على الأقل من كل منهما لظهور اللون البرتقالى، بينما يعتبر وجود جين معين منهما — بحالة متنحية أصيلة — ضروريًّا لظهور اللون الأحمر. أما اللون الأبيض.. فلا يظهر إلا عند وجود هذا الجين بحالة سائدة (أصيلة أو خليطة) مع وجود الجين الآخر بحالة متنحية أصيلة. وقد أعطى Henderson (١٩٨٩) الرمز y^o للآليل الذى يتحكم فى اللون البرتقالى الذى يعد متنحيًّا بالنسبة لآليل اللون الأحمر Y، وسائدًا على آليل اللون الأصفر y. أما اللون الأحمر القاتم الذى يظهر فى ثمار الصنف القديم Peacock — والذى نقل إلى أصناف أخرى حديثة — فلا تعرف وراثته.

وبالإضافة إلى ما تقدم.. فإن اللون الداخلى لثمار البطيخ سائد على اللون الداخلى الأبيض لثمار النوع *C. colocynthis*، ويتحكم فى هذا التباين فى الصفة زوجان من العوامل الوراثية (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

وعندما دُرِس نشاط ثمانى جينات تلعب دورًا فى تمثيل الليكوبين والبيتاكاروتين (هى PSY1، و PSY2، و PDS، و ZDS، و CRTISO، و LCYB، و NCED1، و NCED7 فى ست سلالات من البطيخ تختلف فى لون لُبِّ ثمارها، وجد ما يلى (Wang وآخرون ٢٠١٦):

لون اللحم	يوجد هذا اللون فى	الجينات المؤثرة فى ظهور اللون
أبيض	PI 459074	انخفاض التعبير عن الجين PSY1، وزيادة نشاط الجين NCED1
أصفر فاتح	Cream of Saskatchewan	انخفاض التعبير عن الجين PSY1
وردى فاتح	PI 482255	مستويات التعبير النسبى للجين NCED1
أصفر ضارب للبرتقالى	WM- Cir-1	
أحمر	LSW177 & MSW28	زيادة إنتاج الليكوبين — زيادة نشاط الجين PSY1 — انخفاض نشاط الجين NCED1

ولقد أُجريت دراسة لمعرفة التفاعل بين ثلاثة جينات مستقلة — لكل منها اثنان أو ثلاثة آليلات تتحكم فى لُب ثمرة البطيخ، – وهى: C (جين اللون الأصفر الكنارى) مقابل c (جين اللون الأحمر)، و y (جين اللون الأصفر السلمونى) مقابل Y (جين اللون الأحمر)، و y^o (جين اللون البرتقالى)، و i (الجين المثبط لفعل الجين C) مقابل I (غير المثبط للجين C). وقد أُجريت خمسة تلقيحات شملت خمسة أصناف تتباين فى لون لُب ثمارها، وتبين من الدراسة أن تركيبها الوراثى كان كما يلى: CCYYIT = Yellow Baby، و CCYYII = Yellow Doll، و ccyoyoII = Tendersweet Orange Flesh، و ccyyII = Golden Honey ، و ccYYii = Sweet Princess. وأوضحت دراسة الإنعزالات الوراثية للون اللب فى العائلات الخمس وجود سلسلة من الآليلات عند الموقع y، وفيها Y سائد على y^o، و y. وتبين وجود تفوق بين الجينات المؤثرة فى لون لُب الثمرة، وأن ii مُثبط لـ CC (الأصفر الكنارى)؛ مما يجعل اللب بلون أحمر، و CC (فى غياب ii) متفوق على YY؛ مما يجعل اللب بلون كنارى أصفر (Henderson وآخرون ١٩٩٨).

وتلخيصًا لما تقدم بيانه.. عرفت جينات تتحكم فى لون الثمار الداخلى الأحمر والبرتقالى والأصفر السلمونى salmon yellow، والأصفر الكنارى، والأبيض؛ فتتحكم آليلات عند الموقع y فى اللون الأحمر والبرتقالى والأصفر السلمونى (هى: Y، و y^o، و y، على التوالى). ويتحكم الجين السائد C فى اللون الأصفر الكنارى، وهو سائد على اللون الوردى pink (c) ومتفوق على اللون الأحمر (Y). كذلك ظهر اللون الأحمر فى نباتات كانت أصيلة فى الجين C، وثبط فيها إنتاج الصبغة الصفراء بفعل جين آخر هو i- C (مُثبِّط للون الثمار الأصفر الكنارى). كما وصف جين سائد B يتحكم فى لون اللب الأصفر. ويُعد جين اللون الأبيض white flesh (وهو Wf) متفوق على الجين B. هذا.. إلا أن صورة وراثة لون لُب ثمرة البطيخ تبدو أكثر تعقيدًا عن ذلك.

محتوى الثمار من الكاروتينات والليكوبين

يشكل الليكوبين الصبغة الرئيسية، بينما يكون البيتاكاروتين صبغة ثانوية فى أصناف

البطيخ الحمراء. وفى أصناف البطيخ الصفراء تسود صبغة النيوزانثين neozanthin (Zhao وآخرون ٢٠١٣).

ولقد أمكن التعرف على ثمانية جينات تُشفر لإنزيمات تلعب دورًا فى مسار تمثيل الكاروتينات فى البطيخ. ووجد أن جين واحد ربما يتحكم فى اختلاف اللون بين اللب الكنارى الأصفر والأحمر. وربما يرجع تحديد لون اللب إلى ضَعْفٍ فى نشاط الإنزيم lycopene β-cyclase فى حالة اللب الأحمر، بينما يُحافظ على الـ phenylalanine فى حالة اللب الكنارى الأصفر، وعلى الفالين valine فى حالة اللب الأحمر (Bang ٢٠٠٥).

وقد ذُكر أن الجين السائد C يتحكم فى لون لب الثمرة الأصفر الكنارى فى البطيخ، وأن الجين السائد i-C (اختصار للاسم: inhibitor of canary yellow) يتحكم فى لون لب الثمرة الأحمر. ومن المعروف أن الإنزيم lycopene β-cyclase (اختصارًا: LCYB) هو الذى يُحدد لون اللب الأصفر الكنارى (C)، أما i-C فإنه يمنع فعله ليظهر اللون الأحمر، وقد ظهرت انعزالات صفراء شاحبة فى لون اللب عندما لُقِّح صنف البطيخ Yello Doll (ذات اللب الأصفر الكنارى) مع الصنف Sweet Princes (ذات اللب الأحمر والذى يحمل الجين i-C). وتبين أن الكاروتين السائد فى كل من اللب الأصفر الكنارى والأصفر الشاحب هو الـ neoxanthin ، وتلاه الـ violaxanthin والـ neochrome، واحتوى اللب الأصفر الشاحب على كمية أقل من الكاروتينات الكلية، لكنه احتوى على كمية أكبر من الكاروتينات الثانوية، مقارنة باللب الأصفر الكنارى. ويُستدل من الدراسة الوراثية على تحكم جينين فى تحديد لون اللب بين الأصفر الكنارى والأصفر الشاحب والأحمر. وقد كان انعزال لون اللب متوافقًا تمامًا مع انعزال الواسمة LCYB CAPS فى الهجين Yellow Doll × Sweet Princess. كذلك ترافق انعزال اللون الأصفر الشاحب مع واسمة مرتبطة بالجين C؛ بما يعنى أن الشكل المظهرى المتنحى py (pale yellow) لابد وأن يحمل أحد آليلى الجين C لكى يظهر. وقد اقتُرح الرمز py لجين لوب اللب الأصفر الشاحب مع الجين C المتحكم فى

اللون الأصفر الكنارى، مع ضرورة أن يكون التركيب الوراثى -pypy C لكى يكون اللب بلون أصفر شاحب (Bang وآخرون ٢٠١٠).

واستُخدمت خمسة أصناف من البطيخ تختلف فى لون لُب (لحم) ثمارها، وهى: Zaohua (حمراء الثمار)، و 96B41 (وردية)، و 307CHAOFENG (صفراء)، و Unknown (برتقالية)، و Sanbai (بيضاء) فى دراسة العلاقة بين محتوى الثمار الكاروتينى وتعبير الجينات ذات العلاقة بالكاروتينات أثناء تكوين الثمار ونضجها. وقد وُجد أن Zaohua و 96B41 تراكم بهما مستويات عالية من الليكوبين، واحتوى Sanbai على آثار من الكاروتينات. وقد دُرس محتوى الكاروتينات وقُورن بتعبير بعض الجينات ذات العلاقة بالكاروتينات (وهى Psy و Pdz و Zds و Crtlso و Lcyb و Chyb و Nced 1 و Nced 2 و Nced 3) أثناء تكوين الثمار، ووُجد أن جميع هذه الجينات تم التعبير عنها فى أصناف البطيخ الخمسة. وُجد كذلك فى الصنفين الأحمر والوردى الثمار انخفاضًا فى تعبير الجينين Lcyb و Chyb بعد نحو ٣٠ يومًا من العقد؛ الأمر الذى يتماشى مع ارتفاع محتوى ثمارهما من الليكوبين والبيتاكاروتين. كما وُجد فى الصنف الأصفر الثمار أن تعبير الجينات ازداد بوضوح عند بداية اكتمال التكوين، لكن لم يتراكم بها سوى القليل من الكاروتينات. وفى الصنف الأبيض الثمار انخفض تعبير الجينات سريعًا عند بداية النضج (Kang وآخرون ٢٠١٠).

وأمكن التعرف على QTL — أُعطيت الرمز LCYB4.1 — ترتبط بدرجة عالية بمحتوى الثمار من الليكوبين، وتقع على الكروموسوم 4 بين واسمتى CAPS (Liu وآخرون ٢٠١٥).

الطعم والنكهة

لا يوجد تحديد واضح للطعم أو النكهة المميزة للبطيخ، ولكن البعض يتحدث عن طعم غير مقبول، أطلقوا عليه اسم Caramel، يظهر بوضوح فى السلالات الشديدة الاحمرار، ويمكن التخلص منه بالانتخاب. ولكن الآراء تختلف — على أية حال — بشأن عدم قبول هذا الطعم.

وتتحدد حلاوة الثمار بمحتواها من السكر الذى تتراوح نسبته من ٩٪ فى الأصناف القديمة إلى أكثر من ١٢٪ فى بعض الأصناف الحديثة.

ويجب ألا تقل نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار البطيخ عن ١٠٪؛ علمًا بأن النسبة تزيد فى بعض الأصناف الحديثة إلى ١٤٪. وتزيد فى بعض الأصناف نسبة الفراكتوز، وهو الذى يكون أحلى عن السكروز.

ويجب أن يكون الانتخاب على أساس الطعم الجيد بصورة مستقلة عن محتوى السكر. فالطعم يجب أن يخلو من المرارة التى يتحكم فيها جين واحد سائد، والتى قد تنتقل للبطيخ من تلقيحات مع نباتات من النوع *C. colocynthis*. كذلك فإن طعم الكارامل caramel – كما فى الصنف Sugar Baby – يجده البعض غير مقبول.

ويُعد القوام texture من صفات الجودة الهامة، فاللب قد يكون طريًّا أو صلبًا، وليفى أو غير متليف. ويجب أن يكون هدف المربى أن يكون اللب صلبًا وغير متليف (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

ولقد أمكن إنتاج سلالات من البطيخ لا تختلف فى شكلها أو لونها أو نكهتها، أو فى محتواها من فيتامين أ أو البوتاسيوم أو الليكوبين عن البطيخ الأحمر العادى، لكن محتواها من السكر يقل عن نصف محتوى البطيخ العادى؛ حيث ينخفض إلى ٥٪؛ مما يجعلها مناسبة لمرضى السكر (Raloff ٢٠٠٧).

خلو الثمار من المرارة

من المعروف أن ثمار النوع البرى *C. colocynthis* مرة الطعم، وهذه الصفة بسيطة وسائدة على الطعم غير المر لثمار البطيخ المزروع *C. lanatus*. وقد وجد Chambliss وآخرون (١٩٦٨) طفرة مرة الطعم فى صنف البطيخ Hawkesbury ، وتبين بالدراسة الوراثية أنه يتحكم فى هذه الطفرة جين واحد سائد أعطى الرمز Bi؛ نسبة إلى المرارة bitterness، ولكن إحداث هذا الجين لتأثيره يتوقف على وجود جين آخر سائد أعطى الرمز Su؛ لأن وجود هذا الجين بحالة متنحية أصيلة (su su) يُثبط إحداث الجين Bi

لتأثيره؛ وذلك يعنى أن التركيب الوراثى للنباتات ذات الثمار المرة الطعم يجب أن يكون -Su- Bi.

وقد اقترح الباحثون وجود الجين المحور modifer عديم السيادة Mo^{Bi} لتفسير الاختلافات الكمية فى محتوى الثمار من مركب إلاتيرنيد elaterinide المسئول عن المرارة. وفى هذه الدراسة لم يتوصل الباحثون إلى أية علاقة بين مرارة الثمار ومرارة الأوراق؛ حيث كانت الأوراق مرة الطعم، سواء أكانت الثمار مرة أم غير مرة. هذا.. إلا أن Robinson وآخرين (١٩٧٦) يعتقدون أن صفة المرارة فى البطيخ لا يتحكم فيها سوى جين واحد فقط أعطى الرمز su، وهو يُلغى المرارة (supperessor of bitterness)؛ وبذا.. يكون التركيب الوراثى للبطيخ الحلو العادى su su، والطفرات المرة -Su.

ويذكر Herrington وآخرون (١٩٨٦) أن طرزًا مرة وأخرى حلوة من البطيخ (*C. lanatus*) تنمو بريًّا فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من أستراليا وتعرف باسم Pimelon. كما ظهرت طفرة مرة بسيطة وسائدة فى أحد الأصناف التجارية من البطيخ، إلا أن تركيز مركب كيوكربتسين إى Cucurbitacin E بها — المسئول عن الطعم المر — تأثر بجين أو جينات أخرى محورة. وقد وجد أن تركيز مركب كيوكربتسين كان كما يلى: ٢٤٠–٥٩٠ مجم/كجم من ثمار سلالة Pimelon البرية رقم 242، و١٥٠٠ — ٢١٠٠ مجم/كجم من ثمار الطفرة المرة للصنف Hawkesbury، و٩١٠–١٢٤٠ مجم/كجم من ثمار الجيل الأول بينهما. أما الثمار غير المرة.. فقد كان تركيز الكيوكربتسين فيها صفرًا.

وقد وجد أن الجين Bi — الذى يتحكم فى صفة المرارة فى النوع *Citrullus colocynthis* يرتبط بالواسمة الأيزوإنزيمية Pgm-1 (وهى للإنزيم phosphoglucomutase) على مسافة ١١,٣ سنتى مورجان من بعضهما البعض (Navot وآخرون ١٩٩٠).

صفات البذور

عدد البذور بالثمرة

إن عدد البذور فى الثمرة صفة وراثية، ويمكن تخفيض العدد بالانتخاب، إلاّ أن الشركات المنتجة للبذور لا تقبل على إكثار الأصناف التى تحتوى ثمارها على عدد منخفض من البذور لانخفاض محصولها من البذور.

ويجب الانتخاب لحجم البذور الكبيرة الحجم والكثيرة العدد إذا كانت البذور مأكولة، والانتخاب للبذور البذور الصغيرة أو المتوسطة الحجم، والقليلة أو المتوسطة العدد فى أصناف البطيخ القياسية، كما يجب أن يكون العدد أقل فى أصناف البطيخ ذات الثمار الصغيرة الحجم. وعمومًا.. يجب أن يكون عدد البذور عالٍ بالقدر الذى يجعل إنتاج البذور اقتصاديًّا، ولكن قليل بالقدر الذى يجعل من السهل أكل لُب الثمرة (عن Wehner وآخرين ٢٠٠١).

حجم البذرة

تعتبر صفة البذور المتوسطة الطول سائدة على كل من البذور القصيرة والبذور الطويلة، ويتحكم فى هاتين الصفتين جينان مختلفان أعطيا الرمزين s للبذور القصيرة (short)، و l للبذور الطويلة (long). ويتفوق الجين s على الجين l؛ نظرًا لأنه تظهر انعزالات فى الجيل الثانى بنسبة ٩ متوسطة (S-L-): ٣ طويلة (S-ll): ٤ قصيرة (ss L-، و ssll)، علمًا بأن البذرة القصيرة تكون بطول حوالى ٥ مم، والمتوسطة بطول حوالى ٧ مم، والطويلة بطول حوالى ١٠ مم، وذلك فى أصناف البطيخ التجارية.

وقد دُرِست وراثة صفة البذرة الصغيرة التى تُماثل بذرة الطماطم فى الحجم — وتعرف باسم tomato seed — فى تهجين بين طفرة ذات tomato seed من الصنف Sugar Baby مع الصنف GN-1 ذات البذور القصيرة (٥ مم)، وتبين أن صفة بذرة الطماطم تورث كجين واحدٍ متنحٍ أُعطى الرمز ts. ولم يُدرس التفاعل بين الجين ts وكلٍ من l، و s. وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه، فقد ذُكر أن جينًا — أُعطى الرمز Ti — كان سائدًا على صفة البذرة المتوسطة الطول، ويتحكم فى إنتاج البذور متناهية الصغر tiny

فى الصنف Sweet Princess، علمًا بأن الـ tiny seeds تتماثل فى حجمها مع البذور الصغيرة (عن Gusmani & Wehner ٢٠٠٦).

وفى بحث آخر.. دُرِست وراثة حجم البذرة فى البطيخ فى هجين بين سلالة من جامعة Clemson بذورها بحجم بذور الطماطم (٢,٦ × ٤,٢ مم) والصنف الصينى GN1 ذات البذور الكبيرة (١١,٥ × ١٧,٦ مم) المأكولة، ووجد أنه يتحكم فيها جين واحد ذو آليلين لا يوجد بينهما سيادة تامة، مع وجود عديد من الجينات المحورة أو الثانوية التى تؤثر فى حجم البذرة (Zhang ١٩٩٦).

وقد أمكن التعرف على QTLs ذات تأثير رئيسى، و QTLs ذات تأثير متفوق على الذراع الطويل للكروموسوم الثانى فى البطيخ يمكن استخدامها فى الانتخاب لصفات وزن ١٠٠ بذرة وطول البذرة وعرضها، علمًا بأن من المعروف أن أحجام بذور البطيخ الكبيرة والمتوسطة والصغيرة يتحكم فيها جينان بينهما تفاعل تفوق كما أسلفنا (Prothro وآخرون ٢٠١٢).

وترجع أهمية حجم البذرة إلى أن تلك الصفة قد تحد من صلاحية الثمرة للأكل؛ فبينما يتم التخلص من البذور الكبيرة عند أكل البطيخ، فإن البذور الصغيرة جدًّا قد تُمضغ وتُبلع.

لون قصرة البذرة

يتباين لون بذرة البطيخ بين الأبيض والرصاصى والبنى والأسود والأحمر والأخضر والمنقط. كما أن البذور يمكن أن يكون لها حافة أفتح أو أقتم لونًا عن لون باقى البذرة، أو قد تكون مغطاة بطبقة إضافية من الغلاف البذرى pericarp الشحمى فى الأصناف الـ Egusi، وهى الصفة التى يتحكم فيها الجين eg.

وتتحكم الجينات r، و t، و w فى لون البذرة، ويكون اللون الأسود هو التركيب الوراثى السائد فى الجينات الثلاث، واللون الرصاصى متنح أصيل فى الجين t فقط، والمنقط متنح أصيل فى الجين w فقط. أما التركيب الوراثى المتنحى الأصيل فى الجينين

t، و w فتكون بذوره بيضاء بقمة رصاصية. وأما اللون الأحمر فيكون متنحيًّا أصيلاً فى الجين r فقط. أما التركيب الوراثى المتنحى الأصيل فى الجينات الثلاثة فتكون بذوره بيضاء اللون بقمة وردية. ويتحكم الجين d فى صفة البذور المنقطة dotted (وهى الصفة التى كانت تُعرف سابقًا بالمبرقشة mottled)، وهو الجين الذى يعمل كمحوِّر للون البذور السوداء؛ فيكون التركيب الوراثى RR TT WW TT ذات بذور سوداء، بينما يكون التركيب الوراثى RR TT WW tt ببذور سوداء منقطة (Gusmini & Wehner ٢٠٠٦).

لا يكون لون البذور الأبيض مرغوبًا فيه لأنه يعطى الإحساس بأن الثمرة غير مكتملة التكوين، كما قد يجعل من الصعب التمييز بين الثمار المكتملة التكوين وغير المكتملة.

وتُعد البذور السوداء جذابة عندما يكون اللب بلون أحمر أو أصفر كنارى، ويكون لون البذور الأسود والبنى والرصاصى جذابًا مع لون اللب البرتقالى.

تربية البطيخ لإنتاج بذور التسالى

يُعد البطيخ الـ Egusi الذى يزرع لأجل بذوره — وهو *C. lanatus* — من المحاصيل الزراعية الهامة فى نيجيريا وبعض الدول الأفريقية. وقد وجد أن درجة توريث محصول البذور/نبات فى هذا الصنف تتراوح بين ٩٣٪ ، و ٩٨٪، وقدِّر التقدم فى الانتخاب فى صفة محصول البذور/نبات ما بين ٢٦٪، و٤٨٪ (Ogbonna & Obi ٢٠١٠).

وعندما أُجرى تقييم لإثنين وثلاثين صنفًا من البطيخ للقدرة على إنتاج البذور التى تُستهلك كتسالى.. وُجد أن الصنف Kar 365 أنتج أعلى محصول من البذور، وكانت بذوره من بين أكبر البذور حجمًا، بينما أنتج الصنف Kar 369 أكبر البذور حجمًا وأعلى نسبة بروتين بالبذور، مع أقل عددًا من البذور/ثمرة (Goksevin وآخرون ٢٠١٤).

تربية *C. colocynthis* كمصدر للزيت بالبذور

وجد عند دراسة المحتوى الزيتى لبذور ٢٨ سلالة من النوع *Citrullus colocynthis* أن تركيب الزيت بها يتشابه مع زيت بذور القرطم، حيث يحتوى على

إجمالى ٨٠٪–٨٥٪ أحماض دهنية غير مشبعة؛ مما يجعله جيد النوعية لتغذية الإنسان. وقد قُدِّر محصول الزيت بالبذور بنحو ٢٥٠–٤٠٠ لتر للهكتار أو حوالى ١٠٠–١٧٠ لتر للفدان (Schafferman وآخرون ١٩٩٨).

تربية البطيخ للتأقلم على عمليات إنتاجه

سرعة إنبات البذور

يتأخر إنبات بذور بعض سلالات البطيخ بدرجة ملحوظة، وتلك صفة غير مرغوبة، ينبغى تجنبها عند الانتخاب فى برامج التربية، وقد وجد Rhodes & Love (١٩٨٣) سلالتين من البطيخ كانتا متأخرتين فى الإنبات؛ هما: السلالتان P.I. 189225، و P.I. 299379، وتبين أن صفة التأخير فى الإنبات كانت سائدة فى السلالة الأولى، ومتنحية فى الثانية. كما وجد الباحثان اختلافات فى نتائج التهجينات العكسية بين بعض طرز البطيخ وبين الصنف R 309 من *C. colocynthis* الذى تتأخر بذوره فى الإنبات.

تحمل مبيدات الحشائش

على الرغم من أن مبيد الحشائش clomazone مُسجل للاستخدام مع البطيخ، فإن تحمل البطيخ له أقل بكثير من تحمل محاصيل أخرى، ويتضح ذلك من الجرعة الموصى بها للبطيخ (٧٠–١٢٠ جم مادة فعالة للفدان)، والتى تقل عما يوصى به لمحاصيل أخرى. وقد تبين عندما قيم ٥٦ أصلاً وراثيًّا من الجنس *Citrullus* وجود تحمل جيد للمبيد فى ثلاث سلالات من *Citrullus lanatus* var. *citroides*، هى: PI 482324، و PI 500354، و PI 532624 (Harrison وآخرون ٢٠١١).

كفاءة الاستفادة من العناصر المغذية

وُجدت تباينات وراثية كثيرة بين سبعة أصناف من البطيخ فى كتلتها البيولوجية، وامتصاصها للفوسفور والاستفادة منه، وفى دلائل نموها الجذرى المورفولوجية، ودلائلها الفسيولوجية تحت ظروف شد نقص الفوسفور، وكان أفضلها نموًّا السلالتين XN8،

و ZCHY، بينما كان الصنف ZJ الأكثر قدرة على امتصاص الفوسفور، والصنف XN8 الأفضل فى كفاءة استخدام العنصر. وقد وُجدت علاقة إيجابية وجوهرية بين دلائل النمو الجذرى الفسيولوجية والدلائل الفسيولوجية تحت ظروف شدِّ نقص العنصر، بينما ارتبطت الاستفادة من الفوسفور إيجابيًّا وجوهريًّا مع الوزن الجاف الكلى (Meng وآخرون ٢٠١٤).

التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية

تحمل شد البرودة

من الشائع أن تُعانى بادرات البطيخ من نقص جزئى فى المحتوى الكلورفيلى عندما تنخفض الحرارة عن ٢٠ °م؛ مما يؤدى إلى ضعف النمو. تظهر الأوراق الفلقية فى تلك الظروف بلون أخضر ضارب إلى البياض، بينما يظهر على الأوراق الأولى ترقش شبيه بالموزايك تنتشر فيه بقع ونقاط بيضاء اللون، وبينما يشيع ظهور تلك الأعراض فى أصناف البطيخ التجارية، فإنها لا تظهر فى سلالة من زمبابوى، هى: PI 482261. وبالتلقيح بين صنف البطيخ الحساس للبرودة New Hampshire Midget مع السلالة PP 261-1 المنتخبة من سلالة زمبابوى، وُجد أن صفة تبرقش الأوراق يتحكم فيها جين واحد متنح، أُعطى الرمز slv (من seedling leaf variegation). وبإدخال الآليل السائد لهذا الجين فى أصناف البطيخ التجارية يمكن جعلها أكثر تحملاً للبرودة؛ مما يسمح بزراعتها فى موعد أكثر تبكيرًا (Provvidenti ١٩٩٤). وقد أُعيد إعطاء الجين الذى يتحكم فى صفة تحمل البرودة (الأقل من ٢٠ °م ليلاً) فى مرحلة البادرة الرمز Ctr (عن Gusmani & Wehner ٢٠٠٦).

وكانت أفضل معاملة لتقييم بادرات البطيخ لتحمل الحرارة المنخفضة هى بتعريضها لحرارة ٤ °م لمدة ٣٦ ساعة أو لحرارة ٢ °م لمدة ٢٤ ساعة. وكان أكثر الأصناف تحملاً بين ١٦ صنفًا تم تقييمها السلالة PI 244018، وكان أكثرها حساسية الصنفين Midget، و Golden (Kozik & Wehner ٢٠١٤).

تحمل أصول البطيخ لشدِّ البرودة

أمكن تحويل اليقطين *Lagenaria siceraria* – المستخدم كأصل للبطيخ – وراثيًّا بجين من الـ *Arabidopis* (هو الجين: CBF3/DREB 1A)؛ مما جعل النباتات المحولة وراثيًّا أكثر تحملاً لشدِّ البرودة؛ بما يسمح بزراعة البطيخ المطعوم عليه عند انخفاض حرارة التربة (Cho وآخرون ٢٠١٧).

تحمل أصول البطيخ لشد الملوحة

أُجرى تقييم لتحمل الشد الملحى لأربعة من الأصول التجارية التى تُستخدم مع البطيخ، هى: الصنف Emphasis من *Lagenaria* spp. (Sluis & Groot)، والصنف Macis من *Lagenaria* spp. كذلك (Nunhems) والصنف P 360 من *Cucurbita* spp. (SAIS) والصنف Polifemo من *Cucurbita* spp. كذلك (Esasms)؛ أما أصل المقارنة فكان صنف البطيخ Star (Petoseed) وقد وجد أن أصول *Lagenaria* spp.، و *Cucurbita* spp. كانت أكثر تحملاً للملوحة عن أصل البطيخ، وكان ذلك مصاحبًا بانخفاض فى امتصاصها للصوديوم (Colla وآخرون ٢٠٠٥).

تحمل شد الجفاف

تم تقييم ٨٢٠ سلالة من جنس *Citrullus* (من مجموعة وزارة الزراعة الأمريكية)، و٢٤٦ سلالة من البطيخ لتحمل ظروف الجفاف الشديد فى مرحلة البادرة تحت ظروف الصوبة، ووجدت اختلافات جوهرية بين مجموعة الـ *Citrullus* فى تحمل شد الجفاف. وكانت أكثرها تحملاً ١٣ سلالة من *Citrullus lanatus* var. *lanatus*، و١٢ من C. *lanatus* var. *citroides* كانت جميعها أفريقية المنشأ. هذه السلالات يمكن استخدامها إما كأصول للتطعيم عليها، وإما كمصدر لتحمل الجفاف فى برامج تربية تجرى لهذا الغرض (Zhang وآخرون ٢٠١١).

تحمل شد تلوث الهواء بالأوزون

تختلط أعراض أضرار الحساسية للأوزون فى البطيخ مع أعراض تُحدثها مسببات أخرى، مثل نقص العناصر، وشدِّ الجفاف، وأضرار الحشرات، وبعض الأمراض، ولقد وجد أن بعض المبيدات الفطرية – مثل – البينوميل benomyl – يمكنها خفض شدة أضرار الأوزون، لكن لم يسجل – بعد – استعمال هذا المبيد لذلك الغرض.

وبتقييم ٩٣ صنفاً وسلالة تربية – منها تركيب وراثى واحد رباعى، و٤٢ ثنائى، و٥٠ ثلاثى المجموعة الكروموسومية – ظهرت الأعراض عليها جميعًا، ولكن بدرجات متفاوتة، وكانت شدة الإصابة أقل – بصورة عامة – فى البطيخ الثلاثى مما فى الثنائى. هذا.. مع العلم بأن متوسط تركيز الأوزون فى الهواء الجوى كان ٥٨، و٥٢ جزء فى البليون فى عامى الدراسة. وعمومًا.. ارتبط مستوى ضرر الأوزون سلبيًّا بانتظام مع متوسط عدد الأيام من الشتل إلى الحصاد (Holms & Schultheis ٢٠٠٣).

ومن أصناف البطيخ التى وجدت أكثر تحملاً للإصابة بملوثات الهواء، ما يلى (Simon وآخرون ٢٠٠٧):

Charleston Gray	Jubilee
Picnic	Supersweet

دراسات الواسمات الجزيئية

سبقت الإشارة إلى بعض دراسات الواسمات الجزيئية تحت بعض الصفات.

وقد وجد أنه يتحكم فى صفة اللون الأحمر فى ثمار البطيخ *C. lanatus* الجين المتنحى red، وهو يرتبط بالواسمة الأيزوإنزيمية Gdh-2 (وهى للإنزيم glutamate dehydrogenase) على مسافة ١٢٫٨ سنتى مورجان من بعضهما البعض. وجميع هذه الواسمات والجينات تقع فى المجموعة الارتباطية رقم 3.

ومن تهجين بين *C. colocynthis*، و *C. ecirrhosus* أمكن التعرف على ثمانى واسمات أيزوزيمية أخرى، كما يلى (Navot وآخرون ١٩٩٠):

المجموعة الارتباطية	الواسمة الإنزيمية
5	6 Pgd-1[phosphogluconate dehzdrogenase]
5	Aps-2 [acid phosphatase]
6	Dia-1[diaphorase]
6	For-1
7	Est-1 [esterase]
7	Adh-1 [alcohol dehydrogenase]
1	Prx-2 [peroxidase]
4	Got-4 [aspartate aminotransferase]

وأمكن باستعمال واسمات الـ CAPS، والـ SSR تمييز ١٠ مواقع كمية للصفات QTLs، منها أربعة لمحتوى الثمار من السكر، وستة لشكل الثمرة (Cheng وآخرون ٢٠١٦).

الفصل الثانى

تربية الكنتالوب

تربية الكنتالوب لتحسين المحصول المبكر والكلى

يرتبط المحصول المبكر والكلى فى الكنتالوب ببعض الصفات، مثل العقد المركز فى تاج (حِجر) النبات، وكثافة التفريع، وعدد الأزهار المؤنثة التى ينتجها النبات. وتلك هى الأمور التى نتناولها بالشرح فيما يلى:

تربية الكنتالوب للعقد المركز المبكر

صفة عش الطائر

يُوفر التركيب الوراثى "عش الطائر" birdsnest الإيرانى المنشأ مصدرًا لصفة العقد الثمرى المركز فى الكنتالوب، مع احتمال خفض عدد القطفات، أو حتى إجراء الحصاد مرة واحدة آليًا. وجرت جهود تربية لإدخال تلك الصفة فى أبوى هجين الكنتالوب Galia أدت إلى إنتاج الصنف ذات العقد المركز Qalya. كذلك أُجريت جهود مماثلة لنقل الصفة إلى أصناف التخليل pickling melon أفرزت عديدًا من السلالات كانت أعلى محصولاً من خيار التخليل سواء أكان الحصاد مرة واحدة أو على عدة قطفات (Nerson & Paris ٢٠٠٨).

صفة التفريع الجانبى الكثيف

فى دراسة أُجريت على تلقيح بين سلالة وزارة الزراعة الأمريكية من الكنتالوب 846-1 التى تُعطى ٧–١١ فرعًا جانبيًّا، والصنف Topmark الذى يُعطى ٢–٤ فروع، قُدِّر التباين الوراثى، وقدرت درجة التوريث على النطاقين العريض والضيق لعديد من الصفات المؤثرة فى المحصول، منها: عدد الأيام حتى تفتح الأزهار، ونسبة النباتات التى تُنتج أزهارًا مؤنثة مبكرة، وعدد الفروع الأولية، وعدد الثمار ووزنها/نبات، ومتوسط وزن

الثمرة، ونسبة النباتات التى تُعطى عقدًا رئيسيًّا فى تاج النبات، ونسبة النباتات التى تُنتج ثمارًا مبكرة. ولقد أمكن التعرف على قدر كبير من تباين الإضافة أو تباين السيادة أو كليهما فى كل الصفات المدروسة (Zalapa وآخرون ٢٠٠٨). أما درجة التوريث على النطاق الضيق فكانت ٠,٦٢ لعدد الأيام حتى تفتح الأزهار، و ٠,٧١–٠,٧٦ لعدد الفروع الأولية، و٠,٦٨–٠,٧١ لمحصول الثمار بالنبات. وبالنسبة لتقديرات عدد الجينات، فقد كانت ٢–٤ بالنسبة لعدد الفروع الأولية بالنبات. ويُستدل من هذه الدراسة إمكان نقل الجينات ذات العلاقة بالمحصول من سلالات الكنتالوب كثيفة التفريع (مثل: USDA 846-1) إلى أصناف الكنتالوب التجارية؛ بما قد يُسهم فى إنتاج أصناف عالية المحصول مع العقد المركز لأجل الحصاد الآلى أو اليدوى (Zalapa وآخرون ٢٠٠٦).

كذلك يتميز صنف الكنتالوب Chukanbohon Nou 4 Go بحمله لفروع جانبية قصيرة، وهى الصفة التى حصل عليها من السلالة البرية LB-1، والتى يتحكم فيها جين متنحٍ أو ذو سيادة غير تامة يأخذ الرمز slb (من الصفة short lateral branching). وقد أمكن تحديد اثنتان من الـ QTLs الواسمة لهذا الجين (Fukino وآخرون ٢٠١٢).

الاستفادة من الكنتالوب الأنثوى

يُذكر أن صنف الكنتالوب جيلان Gylan هو صنف أنثوى gynoecious لا ينتج سوى أزهارًا مؤنثة فقط، حيث يحمل زوجان من الجينات المتنحية (g، و m)، اللذان يتحكمان فى تلك الصفة، ويمكن إكثاره بالتلقيح الذاتى أو بين النباتات وبعضها البعض، بعد دفعه إلى تكوين أزهار مذكرة بثلاث أو أربع معاملات بنترات الفضة $AgNO_3$ أو ثيوسلفات الفضة $Ag\ (S_2O_3)_2$ بتركيز ٢٠٠–٣٠٠ جزء فى المليون بداية من مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الخامسة إلى السادسة ثم أسبوعيًّا بعد ذلك. وقد أعطى هذا الصنف هجن جيل أول جيدة وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious لدى تهجينه مع أى من الصنفين الـ andromonoecious المنتجين لأزهار مذكرة وأزهار كاملة: Vedrantais، و Tam-Uvalde (Cohen وآخرون ١٩٩٣).

تربية الكنتالوب لتحسين صفات الجودة

حجم الثمرة

دُرست الاختلافات بين صنفين من الكنتالوب متماثلين — تقريبًا— فى خلفيتهما الوراثة، إلاّ أن أحدهما — وهو Fuyu A — يُنتج ثمارًا أكبر من الآخر، وهو Natsu. ويُستدل من الدراسة أن حجم الثمرة يتوقف على مقدار الانقسام والتزايد فى أعداد خلايا الـ pericarp خلال المرحلة المبكرة من تكوينها، وأن هذا التزايد فى العدد يكون أكبر فى الصنف Fuyu A عما فى الصنف Natsu، ويستمر هذا الاختلاف فى عدد الخلايا خلال مختلف مراحل تطور وتكوين الثمرة، بينما يبقى حجم الخلايا متماثلاً فيهما. كذلك وُجد أن حجم الخلايا ظل ثابتًا فى كلاً من الصنفين أيًّا كان موسم النمو، إلاّ أن أعداد الخلايا فيهما انخفضت عندما كان نموهما فى الجو البارد. وعلى الرغم من ذلك.. ظلت ثمار Fuyu A أكبر حجمًا من ثمار Natsu؛ بما يعنى أن العامل الذى ينظم انقسام وتزايد أعداد الخلايا يتأثر بالحرارة (Higashi وآخرون ١٩٩٩).

وقد وُجد أن الـ QTL التى تستحث زيادة حجم ثمار الكنتالوب فى الحجم ذات فعل جينى سائد، بينما كانت تلك التى تستحث كروية الثمار ذات تأثير جينى إضافى أو متنحى (Fernandez-Silva وآخرون ٢٠٠٩).

شكل الثمرة

وُجد أن الفعل الجينى لآليلات الـ QTLs التى تستحث زيادة طول الثمرة فى الكنتالوب كان سائدًا، بينما كان الفعل الجينى للآليلات التى تستحث تكوين الثمار الأكثر كروية إضافيًّا، أو متنحيًّا، فى الوقت الذى كان فيه الفعل الجينى لتفاعلات التفوق ثانويًّا. وقد تبين أن أكثر من ٧٠٪ من قوة الهجين فى طول الثمرة يتحقق بجينين فقط (Silva وآخرون ٢٠٠٩).

كما يُستدل من دراسة أجريت على كنتالوب التخليل الشرقى *C. melo* var. *conomon* أن صفة شكل الثمار (كروية — مطاولة — أسطوانية) يتحكم فيها جين واحد ذات تأثير إضافى (Pornsuriya & Pornsuriya ٢٠٠٩).

شبكية جلد الثمرة

يتحكم جين واحد سائد فى تكوين الشبك من عدمه أيًّا كانت كثافة الشبك. يأخذ هذا الجين الرمز Rn (من rind netting؛ سابقًا الجين N)، ويقع فى المجموعة الارتباطية II، ويرتبط بشدة مع الجين fom 1.2a لمقاومة الذبول الفيوزارى. ويُعرف جين آخر ثانوى يؤثر — غالبًا — فى كثافة الشبك. كما أمكن التعرف على عديد من الـ QTLs خاصة بارتفاع وعرض بروزات الشبك (عن Dogimont ٢٠١١).

لون لُب الثمرة ومحتواها من الكاروتين

اقتُرِح تحكم جينين فى لون لُب (لحم) الثمرة، هما: gf ويتحكم فى لون اللُب الأخضر فى Honeydew، ويسود عليه لون اللب البرتقالى، والجين wf، الذى يتحكم فى لون اللب الأبيض، وهو — كذلك — يسود عليه اللون البرتقالى، ويوجد بينهما تفاعل تفوق. وقد أمكن التعرف على عديد من الـ QTLs الخاصة بلون اللب (الأبيض والأخضر والبرتقالى)؛ فضلاً عن خمس QTLs خاصة بمحتوى البيتاكاروتين المؤثر فى شدة اللون فى النسيج الوسطى (اللُب) للثمرة (عن Dogimont ٢٠١١).

وقد دُرست وراثة صفتا التبكير فى النضج ومحتوى ثمار الكنتالوب من البيتاكاروتين فى تهجين بين السلالة وحيدة الجنس وحيدة المسكن Q 3-2-2 (التى لا يتراكم فيها الكاروتين ولبها أبيض اللون) والصنف الـ andromonoecious المتأخر نسبيًّا Top Mark (الذى يتراكم فيه الكاروتين ولبه برتقالى اللون). وقد وُجد أن تقديرات درجة التوريث على النطاق الضيق لصفتى محتوى الثمار من الكاروتين والتبكير فى النضج كانت — على التوالى — ٠,٥٥، و٠,٦٢ على أساس تباينات عشائر الجيلين الأول والثانى والتهجينات الرجعية، و٠,٦٨، و٠,٥٧ على أساس عائلات الجيل الثالث.

أما وراثة لون لب الثمرة فقد وُجد أنه يتحكم فيه زوجان من الجينات ذات تفوق متنح (recessive epistatic model) يتفاعلان مع جينات أخرى ثانوية (Cuevas وآخرون ٢٠١٠).

السكريات والأحماض العضوية والـ pH

تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار الكنتالوب بين ١٪، و١٦٪، وهى القراءة التى تُقدر بالرفراكتومتر، وتعرف باسم Brix، علمًا بأن السكريات من جلوكوز وفراكتوز وسكروز تمثل الجزء الأكبر من قراءة الرفراكتومتر. وتحتاج دراسة وراثة تلك الصفة أن يكون مدى الصفة فى آباء الدراسة أوسع ما يكون؛ وهو الأمر الذى لم يتحقق فى معظم الدراسات السابقة، إذ لم يتعد ٢-٣° Brix.

ولقد أمكن التعرف على عدة QTLs خاصة بمحتوى الثمرة من المواد الصلبة الذائبة الكلية ومحتواها من السكر.

وفى تلقيح بين الفقوس (القثاء) التى تنخفض بثمارها نسبة السكروز والسكريات الكلية وصنف الكنتالوب الشبكى Noy Yizre'el الذى يرتفع بثماره نسبة السكروز والسكريات الكلية، وجد أن صفة المحتوى العالى من السكروز يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أُعطى الرمز suc. وعندما لُقح الصنف Noy Yizre'el مع الصنف Persia 202 ذات المستوى المتوسط من السكر استُدِل على وجود عوامل وراثية أخرى تتحكم فى كمية السكروز المتراكمة (Burger وآخرون ٢٠٠٢).

إن صفة المحتوى العالى من السكروز فى ثمار الكنتالوب يتحكم فيها جين واحد متنح يأخذ الرمز suc كما أسلفنا، أما المحتوى العالى من الأحماض فيتحكم فيه جين واحد سائد يأخذ الرمز So (من الطعم الحامضى sour)، ويوجد فى أصناف الكنتالوب التى لا يتراكم فيها مستوى عالٍ من السكر.

ولقد أمكن الجمع بين صفتى محتوى الحامض العالى (pH منخفض)، ومستوى السكر المرتفع بالتلقيح بين الصنف فقوس Faqqous من القثاء *C. melo* var. *flexuous* — غير الحلو والعالى فى محتوى ثماره من الحامض (Suc/Suc و S/So) وتراكيب وراثية من الكنتالوب ذات محتوى عالٍ من السكر ومحتوى منخفض من الحامض (suc/suc و so/so)، ثم انتخاب التركيب الوراثى الانعزالى suc/suc و -/So، والذى

تنعزل فيه صفتا السكر العالى والـ pH المنخفض مستقلتين عن بعضهما البعض؛ الأمر الذى تحقق فى سلالة الكنتالوب A6. ولقد ترافق انخفاض الـ pH فى A6 مع زيادة فى الحموضة المعايرة للثمار، وخاصة فى محتواها من حامض الستريك. هذا ويكسِب الـ pH المنخفض فى هذه السلالة ثمارها طعمًا متميزًا — بسبب تميز نسبة السكر إلى الحامض فيها — عما فى غيرها من أصناف الكنتالوب الحلوة (Burger وآخرون ٢٠٠٣).

كما أُنتج صنف من الكنتالوب تميز باحتوائه على تركيز عالٍ من الحموضة المعايرة مع تركيز عالٍ من السكر فى الثمار الناضجة، وهو الذى أُعطى الاسم Flavor No.3. وقد وجد ارتباط موجب بين الحموضة المعايرة ومحتوى الثمار من حامض الستريك فى هذا الصنف؛ بما يدل على أن حامض الستريك هو الحامض العضوى الأساسى المسئول عن الحموضة فيه (Tang وآخرون ٢٠١٠).

وذُكر — كذلك — وجود جين سائد آخر — أُعطى الرمز So-2 خاص بالطعم الحامضى فى ثمار السلالة PI 414723.

كذلك يتحكم جين واحد متنحٍ — أُعطى الرمز pH — فى حموضة الثمار بنفس السلالة، وهى التى يسود فيها رقم الـ pH المنخفض على الرقم المرتفع. ويقع هذا الجين فى المجموعة الارتباطية VIII، وأغلب الظن أنه يتماثل مع الجين So-2 (عن Dogimont ٢٠١١).

وقد أمكن تحديد QTL ذات علاقة بمحتوى ثمار الكنتالوب من السكر والأحماض العضوية (Obando-Ulloa وآخرون ٢٠٠٩).

خلو الثمار من المرارة

بينما لا يوجد طعم مر فى ثمار الكنتالوب الناضجة، فإن الثمار الصغيرة قد تكون مُرة أو غير مُرة. ويتحكم جين واحد سائد يأخذ الرمز Bif-1 (من صفة bitter fruit-1؛ سابقًا Bif) فى الطعم المر القوى فى ثمار الكنتالوب البرى الهندى والصينى والأفريقى

(كما فى الصنفين النباتيين: *conomon*، و *makuwa*)، ولكن اقترح تفاعل جينين فى صفة الطعم المر بالثمار الصغيرة، هما: Bif-2، و Bif-3؛ حيث تُنتج التراكيب الوراثية – Bif-2 – Bif-3 ثمارًا مرة، بينما تُنتج التراكيب الوراثية –bif-2 bif-2 Bif-3، و Bif-2 – bif-3 bif-3 ثمارًا غير مرة. وربما يكون أحد هذين الجينين مماثلاً للجين Bif-1، ولكن لا تعرف الصلة بين هذه الجينات والجين Bi الذى يتحكم فى مرارة البادرات (عن Dogimont ٢٠١١).

مقاومة الثمار للتشقق

وجد أن صفة المقاومة للتشقق فى ثمار الكنتالوب (فى التلقيح بين الصنف MOIN-10 القابل للإصابة بالتشقق والصنف RE-33 المقاوم للتشقق) يتحكم فيها جينان رئيسيان لهما تأثيرات مضيفة وإضافة وبينهما تفاعل تفوق، وجينات أخرى متعددة لها نفس التأثيرات والتفاعل. وتراوحت درجات توريث الجينات الرئيسية بين ٤٦٪، و٥٨٪، والجينات المتعددة بين ٦١٪، و٦٨٪ حسب العشيرة التى قُدِّرت على أساسها درجة التوريث (Zhenyu وآخرون ٢٠١٥).

تربية الكنتالوب لتحمل أضرار البرودة والأضرار الأخرى أثناء التخزين

تُعد ثمار كنتالوب الجاليا كلايميكتيرية، ولا يمكن تخزينها لفترة طويلة. ولإبطاء زيادتها فى النضج فإن الثمار تُخزن على ٤–٦ ْم؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أعراض أضرار البرودة عليها، والتى من أهمها تكون بقع عديدة بنية اللون على سطح الثمرة. وفى دراسة على صنف الكنتالوب الحساس للبرودة أثناء التخزين 5080 والصنف المتحمل 1537.. تبين أن نشاط الإنزيمين كاتاليز catalase، وجلوتاثيون ردتكتيز glutathione reductase ربما يكون لهما دورًا فى تحمل أضرار البرودة بجلد ثمرة الجاليا؛ فلقد انخفض نشاط إنزيم الكتاليز فى ثمار 5080 وارتبط ذلك بظهور أعراض أضرار البرودة، بينما لم يتغير نشاط الإنزيم أو ازداد نشاطه حينما لم تظهر أعراض أضرار البرودة. وأيضًا كان عدم ظهور أعراض أضرار البرودة فى جلد ثمار 5080 مرتبطًا

بزيادة جوهرية فى نشاط الإنزيم جلوتاثيون ردكتيز. وأدت المعاملة بالماء الساخن قبل التخزين إلى حث حدوث زيادة فى نشاط الكاتاليز، الذى ربما يُسهم فى تحمل البرودة فى جلد الثمرة، ويمنع ظهور أعراض أضرار البرودة عليها. هذا إلاّ أن نشاط الجلوتاثيون ردكتيز انخفض بفعل المعاملة الحرارية؛ الأمر الذى قد يُفسر حساسية الثمار لأضرار البرودة بعد نموها فى حرارة حقلية عالية.

يُستفاد من هذه الدراسة أهمية إنتاج أصناف جاليا ذات نظام مضاد للأكسدة على درجة عالية من الكفاءة لمنع ظهور أعراض أضرار البرودة، مع المحافظة على صفات الجودة المميزة. ويجب أن تكون زيادة نشاط الإنزيمين كاتاليز وجلوتاثيون ردكتيز الهدف الأول فى برامج التربية لهذا الغرض (Fogelman وآخرون ٢٠١١).

وقد أُنتخبت بعض سلالات من الكنتالوب ذات أصول وراثية قريبة من التماثل، وذلك كانعزالات من التهجين بين الصنف الإسبانى Piel de Sapo والسلالة الكورية Shongwan Charmi (وهى: PI 161375)، وكان بكل منها جزء من كروموسوم من السلالة الكورية فى الخلفية الوراثية للصنف الإسبانى؛ لأجل عمل خريطة للـ QTLs ذات العلاقة ببعض صفات جودة الثمار بعد الحصاد. فُحصت الثمار عند الحصاد وبعد ٣٥ يومًا من التخزين على ٨ °م. وقد أمكن التعرف على ثلاثة QTLs — ارتبطت بصفات جودة مرغوب فيها — هى: flv 4.1 التى قللت من فقد الطعم الجيد للثمار بعد التبريد، وtl 8.1 التى قللت من الفقد الكلى أثناء التخزين، و fus 8.4 التى قللت من قابلية إصابة الثمار بعفن فيوزاريم (Fernández-Trujillo & Obando ٢٠٠٧).

تربية الكنتالوب لزيادة القدرة التخزينية

القدرة التخزينية الطويلة

تُعد صفة فترة الصلاحية الطويلة للتخزين long shelf life فى الكنتالوب صفة كمية سائدة جزئيًّا، وقد أُدخِلت فى عديد من أصناف الكنتالوب، منها: PSR3590، و Castella، و Dalton، و PSR252، و Proteo، و PSR254، و Nun1309 (Siviero وآخرون ١٩٩٥).

غياب الكلايمكتيرية ودور الإثيلين

تتوفر فى سلالة الكنتالوب الشبكى O-3 – ذات القدرة على التخزين لفترة طويلة – جين عدم الحساسية للإثيلين، وهو جين سائد يتحكم فى تلك الصفة، ويجعل اصفرار جلد ثمار نباتات الجيل الأول تدريجيًّا كما فى ثمار نباتات السلالة O-3. أما صفة طراوة اللحم فكانت ذات سيادة غير تامة وتحكم فى وراثتها عدد من الجينات، وتباينت تلك الصفة فى نباتات الجيل الأول بحسب السلالة المهجنة مع O-3 (Oyabu وآخرون ٢٠٠٠).

وبينما يمكن أن تؤدى معاملة الكنتالوب بالإثيلين — كما فى الثمار الكلايمكتيرية الأخرى — إلى حدوث انفصال مبكر للثمار، وإنتاج الإثيلين، والنضج، فإنه تتوفر تراكيب وراثية من الكنتالوب لا تنفصل ثمارها طبيعيًّا عن أعناقها، ولا تحدث فيها زيادة كبيرة فجائية فى إنتاج الإثيلين؛ أى لا تكون كلايمكتيرية، وذلك كما فى السلالة PI161375، وهى سلالة لا تؤدى معاملتها بالإثيلين إلى دفعها للانفصال أو فقدها لصلابتها أو إنتاجها للإثيلين. وقد أوضحت دراسة وراثية على هذه السلالة أن صفتى انفصال الثمار وإنتاج الإثيلين يتحكم فيهما جينان مستقلان أُعطيا الرمزين Al-3، و Al-4 (علمًا بأن Al هى اختصار لكلمتى abscission layer). وتظهر صفة الثمار غير الكلايمكتيرية نتيجة لعدم الحساسية للاثيلين التى يتحكم فيها جين متنحٍ يوجد فى PI 161375 (Perin وآخرون ٢٠٠٢).

وقد أدى تهجين كنتالوب شارانتيه ذات النضج الكلايمكتيرى بكنتالوب غير كلايمكتيرى فى نضج ثماره إلى إنتاج جيل أول ذات ثمار كلايمكتيرية؛ بما يعنى أن صفة الكلايمكتيرية سائدة. وتُبين من الدراسة الوراثية أنه يتحكم فيها زوجان — فقط — من العوامل الوراثية. هذا.. إلا أن دراسة أخرى لُقِّحَ فيها اثنان من أصناف الكنتالوب غير الكلايمكتيرية أفرزت بعض النباتات ذات الثمار الكلايمكتيرية؛ بما يعنى تحكم نظام جينى معقد فى صفة النضج الكلايمكتيرى (Pech وآخرون ٢٠٠٨).

وأمكن التوصل إلى أدلة تفيد وجود QTL واحدة على الأقل فى المجموعة الارتباطية رقم III فى الكنتالوب تدفع حدوث سلسلة من إشارات النضج التى تميز الثمار الكلايمكتيرية، متضمنة إنتاج مركبات مختلفة خاصة بالنكهة (Obando-Ulloa وآخرون ٢٠٠٨).

التغيرات فى إنتاج المركبات المتطايرة المسئولة من النكهة

أمكن إنتاج أصناف كنتالوب من طراز الشارنتيه ذات ثمار صالحة للتخزين لفترة طويلة long shelf-life، وكان إنتاج بعضها بالتهجين مع الشارانتيه الذى لا ينضج non-ripening (السلالة Vauclusien)، إلاّ أن ذلك ترتب عليه حدوث فقدان غير مرغوب فيه فى إنتاج المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة الجيدة. وفى حالات أخرى أمكن جعل الأصناف أكثر تحملها للتخزين عن طريق تحويلها وراثيًّا بالشفرة العكسية للجين ACC oxidase؛ الذى خفَّض بشدة من إنتاج الإثيلين، لكنه ثبَّط بشدة — فى الوقت ذاته — من إنتاج المركبات المتطايرة، بينما استمر تراكم السكر فيها بدرجة أكبر من الطبيعى، وكان ذلك مصاحبًا ببطء شديد فى فقد الثمار لصلابتها، مع زيادة فى تحملها لأضرار البرودة (Manriquez وآخرون ٢٠٠٧).

التحويل الوراثى

إنتاج كنتالوب محول وراثيًا

وجد أن نباتات الكنتالوب التى حولت وراثيًّا بالشفرة المضادة antisense لجين ACC oxidase — لأجل تثبيط إنتاج الإثيلين بثمارها — لم يحدث فيها اصفرار بجلد الثمرة أو طراوة للحمها. ومع ذلك.. فإن تلك التأثيرات تم عكسها تمامًا بمعاملة الثمار المحولة وراثيًّا بالإثيلين بتركيز ٥٠ ميكروليتر/لتر، حيث ظهرت الصبغات باللحم مبكرًا قبل بداية الكلايمكترك؛ وبذا.. فإنها لم تتأثر بمنع إنتاج الإثيلين — إلى أقل من ١٪ من الإنتاج الطبيعى — والذى أحدثه التحول الوراثى. ولقد تراكمت المواد الصلبة الذائبة الكلية بمعدل واحد فى كل من الثمار العادية والمعدلة وراثيًّا حتى ٣٨ يومًا من التلقيح

حينما حدث انفصال للثمار العادية. هذا.. إلا أن الثمار المعدلة وراثيًّا — والتى ثُبِّط فيها إنتاج الإثيلين — فشلت فى تكوين منطقة انفصال عند اتصال العنق بالثمرة، وظلت متصلة بالنبات، وتراكم فيها كميات أكبر من السكريات، وخاصة السكروز. وقد أدى حصاد الثمار المحولة وراثيًّا إلى إحداث زيادة صغيرة — وإن كانت جوهرية — فى كمية الإثيلين الداخلى المرتبط بطراوة اللحم (Guis وآخرون ١٩٩٧، و١٩٩٨).

ولقد أمكن تحويل سلالة الأب الخاصة بالهجين Galia بالشفرة العكسية للجين ACC oxidase، والحصول على سلالتين– من تحويلين وراثيين مختلفين — هما TGM-AS-1، و TGM-AS-2. ولقد كانت ثمار سلالتا الـ TGM-AS متأخرة فى الحصاد بستة أيام وفى تغيرات النضج بمقدار ١٢ يومًا، مقارنة بثمار السلالة الأصيلة غير المحولة وراثيًّا؛ نظرًا لبطء نضجها، إلاّ أن مختلف صفات جودة الثمار المقيسة — الفيزيائية منها والفسيولوجية — لم تختلف جوهريًّا بين الثمار المحولة وراثيًّا وغير المحولة عند عمر ٤٠، و٥٠ يومًا من تفتح الأزهار. ولقد كان نشاط إنزيم الـ ACC oxidase فى الثمار المحولة وراثيًّا عند عمر ٤٢ يومًا أقل ثلاث مرات عما فى الثمار غير المحولة، كما انخفض فيها إنتاج الإثيلين بمقدار ٨٠٪ مقارنة بإنتاجه فى الثمار غير المحولة وراثيًّا (Nunez-Palenius وآخرون ٢٠٠٧).

وعندما استُخدمت تلك السلالات المحولة وراثيًّا فى إنتاج هجين Galia ظلت الثمار على عروشها — قبل حصادها — لمدة بلغت خمسة أيام — فى المتوسط — مقارنة بثمار الهجين الأصلى غير المحول وراثيًّا، مع احتفاظ الثمار بكافة صفات الجودة المميزة لها (Mitchell وآخرون ٢٠٠٧).

كما جَرت محاولة لتربية الكنتالوب بالهندسة الوراثية (باستعمال تقنية الـ TILLING) لأجل زيادة قدرة الثمار التخزينية (Dahmani-Mardas وآخرون ٢٠١٠).

التغيرات فى الكلايمكتيرية وفى المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة

لا يمكن لثمار الكنتالوب المحول وراثيًّا بالشفرة المضادة للـ ACC oxidase [وهو:

[1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) oxidase (ACD)] .. لا يمكنها إنتاج الإثيلين. وقد وُجد أن أكبر تأثير لعملية التحول الوراثى يكون فى قشرة الثمرة حينما تدخل الثمار غير المحولة وراثيًّا فى مرحلة التنفس الكلايمكتيرى؛ حيث لا يحدث فى الثمار المحولة وراثيًّا أى تغير فى الصبغات الرئيسية (الكلوروفيل والكاروتينات)؛ فلا تتحلل، بينما يتراكم السكروز وحامض الستريك. ولم تُلاحظ أى تغيرات جوهرية فى دلائل النضج المقيسة فى لُب الثمرة باستثناء تلك الخاصة بمحتوى حامض الستريك ودليل النضج (Flores وآخرون ٢٠١١).

ولقد دُرس دور الإثيلين فى إنتاج المركبات المتطايرة المرتبطة بنضج الثمار فى هجن الكنتالوب المحولة وراثيًّا بالشفرة المضادة للجين aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase، ووجد أن المركبات المتطايرة الكلية فى الهجن المحولة وراثيًّا كانت تقل بمقدار ٦٠٪–٨٥٪ عما فى الهجن غير المحولة وراثيًّا، لكن تباين مقدار الانخفاض فى المركبات المتطايرة الفردية من مركب لآخر؛ فكانت المركبات المتطايرة غير المؤثرة كثيرًا فى النكهة المميزة، مثل: الـ ethyl,2-methyl acetate، والـ 2-methylbutyl acetate تقل بمقدار النصف إلى الخمس عما فى ثمار الهجن غير المحولة وراثيًّا، بينما كانت المركبات ذات الأهمية الكبيرة فى إعطاء النكهة المميزة، مثل ethyl-methylpropanoate، و 2-methylbutanoate تقل عن ٣٪ مما فى ثمار الهجن غير المحولة وراثيًّا (Bauchot وآخرون ١٩٩٨).

التربية للتأقلم على وسائل الإنتاج وتحمل الظروف البيئية القاسية

الصلاحية للحصاد الآلى

تحصد حقول الكنتالوب على مدى فترة زمنية طويلة تبلغ عدة أسابيع؛ مما يجعله نباتًا غير مناسب للحصاد الآلى. ويرجع السبب فى طول فترة الحصاد إلى أن الثمار تحمل عند العقدتين الأولى والثانية للأفرع النباتية. ويكون الإثمار — عادة — فى دورتين أو ثلاث دورات منفصلة، تستمر كل منها نحو أسبوع، ويفصل كل منها عن الأخرى مدة ١٠–١٤ يومًا، بينما تبقى الفترة من العقد إلى نضج الثمار ثابتة تقريبًا.

وقد اكتشفت طفرة من الكنتالوب – هى Persia 202 – تميزت بالسلاميات القصيرة، والنمو المندمج القائم، والعقد القريب من قاعدة النبات، والإنتاج الغزير المبكر المركز فى دورة واحدة. وقد أطلق على هذه الطفرة اسم عش الطائر Birdnest، وهى التى أسلفنا الإشارة إليها.

وقد قام Paris وآخرون (١٩٨٥) بنقل صفة عش الطائر إلى آباء الهجين التجارى جاليا Galia؛ وبذا.. أمكن إنتاج نظير لهذا الهجن، ولكنه ذو إنتاج غزير مبكر مركز، وذو صفات بستانية مقبولة، وأُعطى هذا الجين اسم D48.

ويبدو – من الوجهة الفسيولوجية – أن نباتات هذه الطفرة تتوزع فيها المواد الغذائية المجهزة على الثمار العاقدة بالتساوى، خلافًا لما يحدث فى النباتات العادية (McCollum وآخرون ١٩٨٧).

كثافة النمو الجذرى وتحمل نقص الفوسفور

تتباين أصناف وسلالات *C. melo* فى طبيعة نمو جذورها، وهى – غالبًا – تكون وتدية فى البرية منها، وأكثر تفريعًا فى المحسنة، كذلك تتباين جذور التراكيب الوراثية فى استجابتها لنقص الفوسفور فى التربة؛ حيث يتباين امتصاصها للفوسفور بتباين طبيعة نمو جذورها. وكانت السلالات البرية (من ssp. *melo*) للأصناف النباتية *inodorus*، و *flexuous* ذات مجموع جذرى أكثر تفريعًا وأكثر كفاءة فى امتصاص الفوسفور عن غيرها، كذلك وجد فى تحت النوع *agrestis* تراكيب وراثية من الأصناف النباتية *conomon*، و *momordica* يمكن اعتبارها مصادر هامة لتحفيز التباين فى تركيب المجموع الجذرى وكفاءة استخدام الفوسفور فى أصناف الكنتالوب التجارية (Fita وآخرون ٢٠١١).

ولقد قيمت ٤٠ سلالة من *Cucumis melo* – تمثل أكبر قدر من التنوع الوراثى داخل النوع – للتعرف على بنائها الجذرى فى الظروف الطبيعية وظروف نقص الفوسفور، وذلك فى مرحلة البادرة. أظهرت الدراسة وجود اختلافات وراثية بين

السلالات المقيمة فى طبيعة بناء مجموعها الجذرى، حيث كان الجذر الوتدى هو السائد فى السلالات البرية وغير الشائعة exotic، فيما كان المجموع الجذرى الأكثر تفريعًا هو السائد فى السلالات والأصناف المزروعة. كذلك لوحظت اختلافات بين مجموعة من السلالات المختارة من بين الـ ٤٠ سلالة فى استجابة الجذور للنقص الشديد فى الفوسفور. وقد ارتبطت التباينات فى امتصاص الفوسفور وكفاءة استعماله مع التباينات فى بناء المجموع الجذرى. ففى كل من *C. melo* ssp. *melo*، و *C. melo* ssp. *inodorus*، و *C. melo* ssp. *flexuosus* كان المجموع الجذرى للسلالات البدائية أكبر وأكثر تفرعًا وأكثر كفاءة فى امتصاص الفوسفور، وهى تمثل مجموعة قريبة من بعضها وراثيًّا لأجل التربية. وفى كل من *C. melo* ssp. *agrestis*، و *C. melo* ssp. *conomon*، و *C. melo* ssp. *momordica* يمكن استخدام سلالات منها كمصادر لتحسين التباين فى بناء المجموع الجذرى وكفاءة استعمال الفوسفور (Fita وآخرون ٢٠١١).

هذا.. وغالبًا ما تستعمل الأنواع البرية كمصدر للتباينات لتحسين النمو الجذرى؛ نظرًا لأنها تكون متأقلمة على ظروف الشدِّ فى مختلف عوامل التربة البيئية بدرجة أكبر عن تحمل نظيراتها المنزرعة. ولقد وجدت اختلافات كبيرة جدًّا بين السلالة Pat 81 من *C. melo* ssp. *agrestis* وصنف الكنتالوب Piel de Sapo فى مجموعهما الجذرى البالغ. فعلى الرغم من أن الكتلة الحيوية لجذور Pat 81 كانت أقل من الكتلة الحيوية لجذور الصنف التجارى، إلاّ أن النمو الجذرى (الطول والانتشار) للسلالة كان أفضل مما فى الصنف التجارى، حيث كانت السلالة أكثر كثافة فى جذور الهيكل أو البنية architecture، وأكثر تجانسًا فى توزيعها فى بروفيل التربة، وذات جذور جانبية أطول، وكثافة أعلى للتفرعات، وبعدد أكبر من درجات التفرع الجذرى. وقد ارتبط هذا التركيب الجذرى بقدرة أكبر على التعمق، وبالقدرة على سبر حجم أكبر من التربة. ولقد أوضح التحليل الوراثى أن طول الجذور وصفات بنيتها أكثر ثباتًا عن صفة الكتلة الحيوية. ووُجد أن درجة التوريث على النطاق العريض لصفات طول الجذر وبنيته

كانت منخفضة إلى متوسطة، مع تحكم التأثيرات الإضافية فى معظم التباينات. ويُستدل من الدراسة على إمكان استعمال السلالة Pat 81 كمصدر لجينات هامة لزيادة طول الجذر وتحسين بنيته فى أصناف الكنتالوب التجارية؛ مما يجعلها أكثر قدرة على تحمل ظروف الشدِّ البيئى فى التربة (Fita وآخرون ٢٠٠٦).

ولقد أمكن التعرف على ١٧ QTLs لصفات النمو الجذرى فى سبع مجموعات كروموسومية موزعة على النحو التالى: ٣ لطول الجذر الأولى، و ٣ لقطر الجذر الأولى، و٣ لكثافة الجذور الثانوية، و٣ لمتوسط طول الجذور الثانوية، و٣ لنسبة الجذور الثانوية التى تحمل تفرعات المستوى الثانى الجذرية، و٢ لكثافة تفرعات المستوى الثانى الجذرية. ويُستدل من هذه الدراسة إمكان تحسين صفتى طول الجذر ومستويات التفرع كل على انفراد (Fita وآخرون ٢٠٠٨).

تربية الكنتالوب لتحمل الظروف البيئية القاسية

قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

يمكن لبذور سلالة التربية P202 من الكنتالوب الإنبات فى حرارة ١٥ ْم، ووجد أن تلك الصفة سائدة ويحتمل أن يتحكم فيها جينان (Nerson & Staub ١٩٨٩).

وفى دراسة أخرى استُخدمت فيها سلالة *C. melo* القادرة على الإنبات فى حرارة ١٥ ْم PI126156، وجد أن هذه الصفة يتحكم فيها عامل سيتوبلازمى، وما لا يقل عن ٣– ٤ جينات متنحية، وأن المستوى العالى للقدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة يتطلب وجود كلا من العامل السيتوبلازمى والجينات المتنحية (Hutton & Loy ١٩٩٢).

إن بذور صنف الكنتالوب Persia 202 — يتحمل البرودة عند الإنبات بنسبة تزيد عن ٩٠٪ فى حرارة ١٥ ْم كما أسلفنا – بينما لا تنبت بذور الصنف الحساس Noy Yizre'el على الإطلاق فى تلك الظروف. وقد وُجد أن عديدًا من الجينات السائدة تتحكم فى صفة التحمل فى الصنف Persia 202. ونظرًا لوجود اختلافات فى نسبة الإنبات فى الحرارة المنخفضة بين عشيرتى الجيل الأول (التهجين والتهجين العكسى)؛

لذا يعتقد بأن الأغلفة البذرية تلعب – كذلك – دورًا فى هذا الشأن (Edelstein & Nerson ٢٠٠٩).

كذلك أوضحت دراسة أجريت على صنف الكنتالوب الحساس للبرودة – عند إنبات البذور – Noy Yizre'el، والسلالة المتحملة للبرودة Persia 202 أنهما يختلفان فى إنبات بذورهما فى ظروف انخفاض تركيز الأكسجين، وأن Noy Yizr'el هو الأكثر حساسية لنقص الغاز، وارتبطت تلك الاختلافات باختلافات أخرى فى تركيب الغلاف البذرى، وكذلك فى حساسية الجنين لنقص الأكسجين. ولقد كانت المسافات بين الخلوية فى الطبقة الخارجية للغلاف البذرى أكثر وضوحًا فى الصنف المتحمل Persia 202، بينما كانت تلك الطبقة فى Noy Yizr'el محكمة الإغلاق تمامًا (Edelstein وآخرون ١٩٩٥).

ولقد أمكن عن طريق مزارع الأنسجة انتخاب سلالات كانت بذورها قادرة على الإنبات فى حرارة ١٤ ْم (Ezura وآخرون ١٩٩٥).

تحمل شد الملوحة

قام Shannon وآخرون (١٩٨٤) بتقييم ٣٩ صنفًا وسلالة من *C. melo* للقدرة على إنبات البذور، وبزوغ البادرات فى محلول ملحى بتركيز –٠,٦ بارًا (ضغط جوى)، يتكون من مخلوط من كلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم؛ بنسبة مولارية مقدارها ٢ : ١. كما قيم الباحثون نمو البادرات فى مزرعة رملية تحت ظروف الصوبة، كانت تروى فيها النباتات بمحلول مغذٍ ملحى يبلغ ضغطه الأسموزى –٠,٣، أو –١,٧، أو –٣,٣ بارًا. وقد أدت الملوحة العالية إلى إنقاص النمو، ولكن ظهرت اختلافات كبيرة بين الأصناف والسلالات المختبرة فى قدرة بذورها على الإنبات، وقدرة بادراتها على النمو تحت ظروف الملوحة.

ومن ناحية أخرى.. اختبر Anstasio وآخرون (١٩٨٨) سبع سلالات من خمسة أنواع برية من الجنس *Cucumis* لمقاومة الملوحة، ولم يعثروا على مقاومة تذكر فى أى منها.

ووجد عند تقييم ٢٠ أصلاً وراثيًّا من *C. melo* لتحمل الملوحة (١,٢، و ٧,٥، و ١٤ ديسى سيمنز/م) أن ١٩ أصلاً منها كانت حساسة للملوحة بدرجات مختلفة، لكن سلالة واحدة- هى: Evan Key – تحملت مستوى ملوحة ١٤ ديسى سيمنز/م فى الماء المستخدم فى الرى بالتنقيط تحت ظروف الحقل.

وبصورة عامة.. أدت زيادة الملوحة إلى خفض جودة الشبك بالثمار، لكن ازداد معها محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة وقصر متوسط الفترة التى مرَّت حتى الحصاد فى سبعة أصول وراثية (Mendlinger & Pasternak ١٩٩٢).

هذا.. ويُعد صنف الكنتالوب رافيجال Revigal مقاومًا للملوحة؛ حيث يمكنه النمو فى وسط تبلغ ملوحته ٥٠٠ مللى سيمنز/م. وقد وُجدت علاقة بين تأثير الملوحة على المساحة الورقية للبادرات والمحصول؛ بما يمكن معه اعتبار المساحة الورقية للبادرة دليلاً رئيسيًّا على تحمل الملوحة فى النباتات البالغة (Franco وآخرون ١٩٩٣).

وباتباع هذه الطريقة فى التقييم كان الصنف Melian الأكثر تحملاً للملوحة من بين ستة أصناف من الكنتالوب ثم تقييمها (Franco وآخرون ١٩٩٧).

كذلك أظهرت سلالة الكنتالوب BG-84-3 أعلى قدر من تحمل الملوحة بين أصناف تم اختبارها؛ حيث لم يتأثر محصولها أو متوسط وزن ثمارها بزيادة تركيز الأملاح حتى ١٠٠٠٠ جزء فى المليون، كما أنها – مثل باقى الأصناف المختبرة – ازداد تركيز المواد الصلبة الذائبة بثمارها وتحسن مظهرها بزيادة تركيز الأملاح (Mendlinger & Fossen ١٩٩٣).

ووجد عند تقييم ٨ أصناف من الكنتالوب لتحمل الشد الملحى أن أكثر الأصناف تحملاً للملوحة كانت Amarello و Amarillo Oro أثناء مرحلة إنبات البذور، و Tendral Terreno خلال مرحلة النمو الخضرى المبكر، ولم تكن ثم علاقة بين القدرة على تحمل الملوحة فى المرحلتين (Botia وآخرون ١٩٩٨).

تحمل ملوثات الهواء

من أصناف الكنتالوب الأمريكى الشبكى (الـ muskmelon) الأكثر تحملاً للإصابة بملوثات الهواء، ما يلى (Simon وآخرون ٢٠٠٧):

Hy-mark Top Mark

Supermarket Saticoy

الفصل الثالث

تربيـــة الخيـــــار

تربية الخيار لتحسين المحصول المبكر والكلى

تتضمن التربية لتحسين المحصول المبكر والكلى فى الخيار عديدًا من الجوانب المؤثرة فى هاتين الصفتين، ولكن الإلمام بالموضوع يستلزم — بداية — التعرف على بعض الأمور الخاصة بأصناف الخيار.

وللاطلاع على التفاصيل المبكرة المتعلقة بتربية الخيار لتحسين محصول الثمار.. يُراجع Wehner (١٩٨٩).

طُرز أصناف الخيار

تُعرف ثمانية طُرز لأصناف الخيار لكلٍ من الاستهلاك الطازج والتخليل، ويبين جدول (٣-١) موجزًا بأهم مواصفاتها.

جدول (٣-١): طُرز الخيار الرئيسية لكل من الاستهلاك الطازج والتصنيع (عن **Wehner ١٩٨٩**).

الطراز	الاستعمال الرئيسى	الطول (سم)	نسبة الطول إلى القطر	صفات جلد الثمرة			
				مقدار الإخضرار	تجانس اللون	سمك الجلد	سطح الجلد
خيار التخليل pickling الأمريكى	تصنيع	١٥	٣,٠	متوسط	مبرقش	متوسط	مثألل
خيار التخليل الأوروبى	تصنيع	١٥	٣,٠	متوسط	متجانس	متوسط	بشعيرات
الخيار الشرق أوسطى	طازج	١٨	٣,٥	فاتح	متجانس	رفيع	بشعيرات
خيار الشرائح slicer الأمريكى	طازج	٢٠	٤,٠	داكن	متجانس	سميك	مثألل
خيار التخليل الألمانى schalgurken	تصنيع	٢٥	٤,٠	متوسط	متجانس	سميك	بشعيرات
خيار التربة الرأسية بالحدائق المنزلية	طازج	٣٠	٦,٠	متوسط	متجانس	رفيع	مضلع
خيار الصوب الأوروبى	طازج	٤٠	٧,٠	متوسط	متجانس	رفيع	مضلع
الخيار الأرمينى Armenian	طازج	٤٨	٨,٠	متوسط	مبرقش	متوسط	مضلع

هذا.. ويُعد الخيار الشرق أوسطى مرغوبًا فيه ومطلوبًا فى كل من الشرق الأوسط وأوروبا. ويزرع خيار الصوبات على نطاق واسع فى أوروبا، وثماره بكرية العقد خالية من

البذور. ويستخدم الخيار الألمانى schalgurken فى إنتاج مخللات مثل المكعبات الكبيرة. ويزرع الخيار الأرمينى — عادة — فى الحدائق المنزلية.

التسلسل التاريخى لإنتاج أصناف الخيار المحسنة

يُعطى جدول (٣-٢) بيانًا بالتسلسل التاريخى لأصناف الخيار المحسنة فى الولايات المتحدة، التى أُنتجت لأجل مقاومة الأمراض، أو لأجل تحسين صفات أخرى.

التبكير فى الإزهار كدليل على المحصول المبكر

أُجرى تقييم شمل ٨٦٦ صنفًا وسلالة من الخيار للتبكير فى الإزهار. وقد وُجد أن عدد الأيام من الزراعة لحين ظهور أول زهرة مذكرة تراوح بين ٢٠، و٤٥ يومًا، بمتوسط قدره ٣٥ يومًا. وكانت السلالة PI 1249561 هى الأبكر إزهارًا، بينما كانت السلالة PI 470254 هى الأكثر تأخيرًا (Walter & Wehner ١٩٩٤).

جدول (٣-٢): التسلسل التاريخى لإنتاج أصناف الخيار المحسنة فى الولايات المتحدة (Wehner ١٩٨٩).

الصنف أو سلالة التربية [أ]	المنتج أو محطة التجارب الزراعية	عام الإنتاج	الصفات الاقتصادية الهامة
			تحسين صفة المقاومة للأمراض
Shamrock	أيوا	١٩٣٧	CMV
Maine No. 2	مين	١٩٣٩	الجرب
P.R. 39	بورتوويكو	١٩٤٤	DM
Wis SMR 12	وسكنسن	١٩٥٥	الجرب – CMV
Ashe	نورث كارولينا	١٩٥٩	الجرب – DM
Tablegreen	نيويورك	١٩٦٠	PM – CMV النضج المتأخر
Polaris	نيويورك	١٩٦١	PM – DM الأنثراكنوز
Poinsett	نيويورك	١٩٦٦	PM – DM الأنثراكنوز — ALS
Chipper	سوث كارولينا	١٩٦٨	PM – DM الأنثراكنوز -CMV-ALS
Sumter	سوث كارولينا	١٩٧٣	PM – DM الأنثراكنوز -CMV- ALS- الجرب – WMV
Wis-2757	وزارة الزراعة — وسكنسن	١٩٨٢	PM – DM الأنثراكنوز -CMV- ALS- الجرب -FW-BW-TLS

يتبع

تابع جدول: (٣-٢).

الصنف أو سلالة التربية [أ]	المنتج أو محطة التجارب الزراعية	عام الإنتاج	الصفات الاقتصادية الهامة
			تحسين الصفات الأخرى
Midget	منيسوتا	١٩٤٠	النمو المتقزم المحدود
Burpee Hybrid	بيربى للبذور	١٩٤٥	هجين وحيد الجنس وحيد المسكن – DM- CMV
MSU 713-5	ميشجان	١٩٦٠	أنثوى
Spartan Dawn	ميشجان	١٩٦٢	هجين أنثوى -CMV – الجرب
Gy 3	سوت كارولينا	١٩٦٩	أنثوى – PM-DM – الأنثراكنوز – ALS
GY 14	سوث كارولينا	١٩٧٣	أنثوى – PM-DM – الأنثراكنوز – ALS – الجرب – WMV-CMV
M 21	نورث كارولينا	١٩٧٩	متقزم محدود النمو – PM-DM– الأنثراكنوز ALS
Little – leaf	أركنساه	١٩٨٠	الورقة صغيرة – عديد التفرع
Marketmore 80 F	نيويورك	١٩٨٠	أنثوى – جودة الثمار – PM-DM – الجرب – CMV
Castlepik	شركة كاسل للبذور (صن سيدز)	١٩٨٣	متقزم محدود النمو – هجين أنثوى

أ– تُشير الرموز المستخدمة إلى مقاومة الأمراض، كما يلى:

CMV = فيرس موزايك الخيار — DM = البياض الزغبى

ALS = تبقع الأوراق الزاوى — WMV = السلالة ٢ من فيرس موزايك البطيخ

TLS = مرض target leaf spot — BW = الذبول البكتيرى

FW = الذبول الفيوزارى — PW = البياض الدقيقى

وقد تبين من تلقيح أُجرى بين سلالة الخيار Muromskij المبكرة الإزهار، والسلالة 9930 المتأخرة الإزهار أن تلك الصفة كمية فى وراثتها، وأمكن التعرف على جين رئيسى – أُعطى الرمز Ef1-1– ويقع على كروموسوم ١ ويتحكم فى التبكير فى الإزهار فى السلالة Muromskij (Lu وآخرون ٢٠١٤).

أوجه التربية لتحسين المحصول

الاستفادة من الأنواع البرية القريبة

وجدت صفات اقتصادية كثيرة هامة فى الصنف النباتى *C. sativus* var. *hardwickii* يمكن إدخالها فى الخيار المزروع؛ مثل: حمل عدة ثمار عند كل عقدة، وخلوه من ظاهرة السيادة القمية؛ حيث يعطى فروعًا جانبية أكثر وأطول مما فى الخيار. ولكن يعيب هذا الصنف النباتى أن ثماره صغيرة الحجم (يتراوح طولها من ٤–٨ سم)، بيضاوية الشكل، ويوجد بها فجوات بذرية كبيرة، وعلى سطحها أشواك سوداء قوية، وجلدها صلب قوى، وطعمها مر. هذا.. فضلاً على أن بعض سلالاته التى دُرست من قبل (مثل P.I. 183967، و P.I. 215589) وجدت قصيرة النهار اختياريًّا facultative short –day، كما كانت سلالات أخرى – مثل LJ 90430 – قصيرة النهار إجباريًّا؛ حيث لم تزهر إلا عندما قصرت الفترة الضوئية عن ١٢ ساعة مع حرارة ٣٠ْم نهارًا، و ٢٠ ْم ليلاً؛ الأمر الذى يشكل تحديًّا للاستفادة من هذا الصنف النباتى فى تحسين الخيار المزروع.

وباستخدام طريقة الانتخاب المتكرر، والسلالة P.I. 90430 من *C. sativus* var. *hardwickii* كمصدر لصفة تعدد الثمار.. أمكن إحراز تقدم ملحوظ – خلال ثلاث دورات من الانتخاب– فى متوسط عدد ثمار التخليل/ نبات عند إجراء الحصاد مرة واحدة آليًّا.

كما حاول Delaney & Lower (١٩٨٧) الجمع بين صفة تعدد الفروع والثمار من هذا الصنف النباتى مع صفة النمو المحدود determinate من سلالتى الخيار Spacemaster، و NCSU M27.

وفى دراسة أخرى.. وجد Kupper & Staub (١٩٨٨) أن سبع سلالات من النوع النباتى *C. sativus* var. *hardwickii* كانت ذات قدرة عامة على التآلف مع ثلاث سلالات من الخيار فى جميع الصفات التى درساها؛ وهى: عدد الثمار، وعدد الفروع الجانبية، وطول الثمرة، ونسبة طول الثمرة إلى قطرها، وعدد العقد التى تحمل أزهارًا

مؤنثة، وعدد الأيام إلى تفتح الأزهار anthesis؛ الأمر الذى يدل على إمكان الاستفادة منه فى تحسين الصفات البستانية فى الخيار.

تعدد الأزهار المؤنثة عند كل عقدة

وُجد أن صفة تعدد الأزهار المؤنثة multiple pistillate عند العقدة فى الخيار الأنثوى gynoecious صفة بسيطة يتحكم فيها جين واحد رئيسى متنح مقابل الزهرة المؤنثة الواحدة، مع وجود عدة جينات محورة تؤثر فى تلك الصفة. وقد أُعطى هذا الجين الرمز mp (Nandgaonkar & Baker ١٩٨١).

طرز النمو المؤثرة فى محصول الثمار

من بين صفات طرز النمو النباتى فى الخيار التى يمكن أن تؤدى زراعتها إلى زيادة محصول الثمار من وحدة المساحة: النمو المتقزم، والتفرع المتعدد، والورقة الصغيرة، والنمو المحدود.

ويمكن الحصول على طراز النمو المتقزم باللجوء إلى جين النمو المندمج cp، أو جين النمو المتقزم dw، وكلاهما يفيد فى زيادة كثافة الزراعة كثيرًا، والحصول على عدد أكبر من الثمار من وحدة المساحة.

أما صفة النبات عديد التفرع multibranching .. ففيها قد يحمل النبات ١١ فرعًا جانبيًّا، وتؤدى الصفة إلى زيادة عدد الثمار/نبات المنتجة حتى ٨٠ ثمرة، ولكن ذلك قد يتطلب تقليل كثافة الزراعة، وتتوفر هذه الصفة فى السلالة LJ 90430.

وأما صفة الورقة الصغيرة فيزيد فيها — كثيرًا — عدد الأوراق/نبات، وتكون النباتات أكثر تحملاً لظروف الجفاف.

وقد جرى محاولات للجمع بين صفات النمو المحدود وصفة عديد التفرع، كما جرت كذلك محاولات للاستفادة من صفة عديد التفرع التى تتوفر فى بعض سلالات *Cucumis sativus* var. *hardwickii* (Wehner ١٩٨٩).

هذا.. ويرتبط عدد الثمار/نبات إيجابيًّا مع عدد فروع النبات (r = ٠,٧)، وبدرجة أقل (ارتباط أضعف) مع كلٍ من عدد العقد/فرع، ونسبة العُقد التى تحمل أزهارًا مؤنثة، ونسبة الثمار العاقدة. ولذاً.. فإن التربية لتحسين المحصول يجب أن تركز على الانتخاب لزيادة عدد الفروع/نبات (Cramer & Wehner ٢٠٠٠).

قوة النمو الجذرى

إن وجود مجموع جذرى كبير يعنى قدرة أكبر للنبات على امتصاص الماء والعناصر؛ مما يساعد على زيادة المحصول. وفى دراسة أُجريت على ٧٩٤ صنف وسلالة من الخيار وجدت تباينات كبيرة بينها فى طول النمو الجذرى فى مرحلة البادرة، حيث تراوح بين ٢ مم فى السلالة P.I. 176954، و ١٩٣ مم فى السلالة PI 183056، بمتوسط لجميع السلالات قدره ٧٤ مم، وتراوح طول النمو الجذرى فى معظم السلالات (٥٧٩ سلالة أو ٦٨٪) بين ٤٠، و١١٠ مم (Walters & Wehner ١٩٩٤).

الانتخاب المبكر

أوضح Rubion & Wehner (١٩٨٦) أن الانتخاب المبكر فى جيل التلقيح الذاتى الأول (S_0) لخيار التخليل كان ذا فاعلية كبيرة فى الانتخاب للقدرة العامة والقدرة الخاصة على التآلف؛ بالنسبة لصفتى المحصول الكلى والمحصول المبكر، ولكنه لم يكن فعالاً بالنسبة لصفات الجودة.

التربية الداخلية وقوة الهجين

تبين من دراسة أُجريت على خيار التخليل عدم وجود فرق يذكر فى أى من قوة النمو والمحصول ومكوناته بين السلالات المرباة داخليًّا ومحصول الهجن بينها (Cramer & Wehner ١٩٩٩).

ولكن تراوحت تقديرات قوة الهجين فى دراسات مختلفة على الخيار ما بين ٥٪، و٢٠٤٪، وكان مرد هذا التباين الواسع فى التقديرات إلى تباين كلٍ من التراكيب الوراثية، وبيئة التقييم، وأساس تقدير المحصول (بالوزن أو بالعدد)، ومرحلة الحصاد (عند النضج الاستهلاكى أو عند اكتمال التكوين).

كذلك تراوحت تقديرات درجة توريث صفة محصول الثمار (h^2) ما بين ٠,٠٧، و ٠,٨٨ وكان مرد هذا التباين إلى نفس الأسباب السابق بيانها، فضلاً عن تباين العشائر التى استخدمت فى التقدير.

وغنى عن البيان أن تقديرات درجة التوريث لا تنطبق إلاّ على العشائر والبيئات ودورات التربية التى حُصل منها على تلك التقديرات (Wehner ١٩٨٩).

وظهرت قوة هجين لصفة عدد الثمار/النبات كأحد مكونات المحصول فى الخيار، بينما لم تظهر بالنسبة لصفة وزن الثمار، وتحكم فيها فعل جينى مُضيف بصورة أساسية. وقد كانت درجة توريث صفة المحصول الكلى والمحصول الصالح للتسويق على النطاق العريض (على أساس وزن أو عدد الثمار) عالية، بينما كانت درجة توريثهما على النطاق الضيق متوسطة (El-Hafez وآخرون ١٩٩٧).

الواسمات الجزيئية لمحصول الثمار

أمكن التعرف على QTLs خاصة بالمحصول وبعض صفات جودة الثمار فى الخيار Dijkuizen & Staub (١٩٩٩).

نواتج برامج التربية لتحسين المحصول

أنتجت ٧٩ سلالة وصنفًا من الخيار محصولاً أعلى عن محصول الصنفين القياسيين Poinsett 76، و Calypso، وكانت أعلى السلالات محصولاً: PI 215589، و PI 344440، و PI 356809، و PI 370643، و PI 534543 (Shetty & Wehner ٢٠٠٠).

التربية لتقليل نسبة النفايات culls فى محصول الثمار

عندما أُجرى تقييم لمجموعة جيرمبلازم الخيار العالمية لتحديد نسبة النفايات culls فى محصول الثمار، وجدت أفضل (أقل) نسبة فى السلالات JL-1، و JL-2، و JL-11. وتبين من دراسة على ٢١ هجين جيل أول أن تلك الصفة (النسبة المنخفضة) سائدة، ويتحكم فيها عديد من الجينات السائدة (Dhillon ٢٠٠٤).

يؤثر الجين tf فى صفة الثمرتين التوأمتين الملتصقتين twin fused fruit (التى تعتبر من النقضة أو النفايات culls؛ حيث تلتصق ثمرتان معًا — بعنق واحد — أثناء نموهما. ولا تظهر هذه الصفة إلاّ فى النباتات الأنثوية (Call & Wehner ٢٠١١).

العقد البكرى

يقل محصول الخيار البذرى عن الخيار البكرى العقد بسبب ظاهرة سيادة ثمار التاج crown-fruit dominance، وهى ظاهرة تثبيط الثمار الأولى فى العقد على عقد الثمار التالية لها؛ ذلك لأن الثمار الأولى فى العقد — التى توجد بها بذور فى طريق التكوين — تثبط تكوين الثمار التى تليها إلى أن يكتمل تكوين تلك البذور. ولقد اقتُرح أن العقد دون تلقيح فى الخيار الأنثوى هى الآلية التى يمكن أن تتغلب على تلك الظاهرة.

وتعقد سلالات وأصناف الخيار البكرية العقد ثمارًا فى الظروف البيئية القاسية التى لا تناسب عقد الثمار فى الأصناف العادية. كما تناسب هذه الصفة الصوبات؛ حيث لا تتوفر الحشرات الملقحة والأصناف الأنثوية التى لا تتوفر بها الأزهار المذكرة.

عُرِفت ظاهرة العقد البكرى فى الخيار منذ عام ١٩٠٢ (وإن كانت قد لوحظت قبل ذلك بنحو مائة عام؛ عن Sun وآخرين ٢٠٠٤)، وأُشير إلى تطبيقاتها العملية فى هولندا فى خمسينيات القرن العشرين، واستُخدمت بانتظام فى إنتاج سلالات خيار التخليل قصيرة الثمار وبكرية العقد منذ ستينيات القرن الماضى. ويزيد محصول الأصناف بكرية العقد عن الأصناف العادية بنسبة ٢٠٪.

تتضارب نتائج الدراسات الوراثية بشأن وراثة صفة العقد البكرى، فقد ذُكر أنه يتحكم فيها جين واحد سائد جزئيًّا (P)، وثلاثة أزواج من الجينات التى لها تأثيرات مُضيفة وبينها تفاعلات تفوق، كما ذُكر أنها تسلك فى وراثتها مسلك الصفات الكمية.

فقد وجد Pike & Petrson (١٩٦٩) أن صفة العقد البكرى فى الخيار يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غيرتامة، يأخذ الرمز Pc؛ حيث: PcPc: تظهر الثمرة البكرية الأولى قبل العقدة الخامسة،و Pcpc: تظهر الثمار البكرية بعد ذلك وتكون أقل عددًا،

و pcpc: لا تظهر أية ثمار بكرية. ويتأثر فعل هذا الجين بكل من الخلفية الوراثية والعوامل البيئية.

وفى دراسة أخرى على عدد من سلالات الخيار — التى تختلف فى درجة العقد البكرى — وجد Ponti & Garrtsen (١٩٧٦) أن صفة العقد البكرى يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ذات تأثير إضافى، مع ارتباط هذه الجينات بالجينات المتحكمة فى صفات الأنثوية.

ولقد وُجد — كذلك — أن صفة العقد البكرى فى الخيار يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة. ويُصاحب صفة العقد البكرى ارتفاع فى محتوى إندول حامض الخليك فى المبيض قبل التلقيح عما فى مبايض الأزهار التى لا تحمل جين العقد البكرى. هذا فى الوقت الذى يؤدى فيه التلقيح أو المعاملة بالـ 4-CPA إلى زيادة فى محتوى إندول حامض الخليك فى نوعى الثمار، وكذلك فى ثمار نباتات الجيل الأول بينهما. كما لم تظهر أى علاقة بين صفة العقد البكرى ومحتوى حامض الأبسيسك (Kim وآخرون ١٩٩٢).

وبدراسة وراثة صفة العقد البكرى فى العشائر الوراثية (الأبوين والجيلين الأول والثانى والتلقيح الرجعى لكلا الأبوين) للتلقيح بين السلالة البكرية العقد 2A (التى استخدمت كأم) والسلالة Gy8 غير البكرية العقد فى موقعين، وجد ما يلى:

١- قُدِّر عدد العوامل الفعالة المتحكمة فى ظاهرة العقد البكرى بأكثر من عامل واحد.

٢- فُسِّرت الاختلافات المشاهدة على أساس نظام وراثى إضافى/سائد فى إحدى مواقع الدراسة، وعلى أساس تفاعل إضافى × إضافى، وسيادة × سيادة فى موقع آخر.

٣- ظهرت تأثيرات للـ duplicate epistasis فى كلا الموقعين.

٤- أظهرت نتائج أحد المواقع وجود جينات للعقد البكرى فى كلا الأبوين.

٥- تراوحت تقديرات درجة التوريث على النطاق الضيق بين ٠٫١٥، و ٠٫٥٦.

٦- اختلف تأثير اتجاه تأثير السيادة حسب الظروف البيئية.

وقد كان الاستنتاج إمكان الانتخاب لزيادة درجة العقد البكرى، إلاّ أن التقدم فى الانتخاب يتحدد بالعوامل البيئية السائدة (Sun وآخرون ٢٠٠٤).

كما تراوح عدد الجينات التى تتحكم فى صفة العقد البكرى فى الخيار – حسب العشيرة الوراثية التى استخدمت فى الدراسة – بين زوج واحد من الجينات إلى أربعة أزواج (Sun وآخرون ٢٠٠٦).

وعند استعمال السلالات الأنثوية كأمهات لإنتاج هجين جيل أول.. فإن أفضل طريقة هى بتلقيح سلالات بكرية العقد أنثوية مع سلالات خنثى؛ حيث تكون نباتات الجيل الأول بكرية العقد وأنثوية بنسبة ١٠٠٪ تقريبًا (Chen & Cao ١٩٩٤).

ولقد أمكن التعرف على ١٠ QTLs خاصة بصفة العقد البكرى فى الخيار تتوزع على أربع مناطق كروموسومية، ويمكن استخدامها فى الانتخاب لزيادة مستوى العقد البكرى (Sun وآخرون ٢٠٠٦).

تربية الخيار لتحسين صفات الجودة

طول وقطر الثمرة

أمكن التعرف على ٢٩ QTLs تتعلق بتسع صفات ثمرية فى الخيار، كان منها ١٢ QTLs تتعلق – فقط – بنمو الثمار الطولى والقطرى (Weng وآخرون ٢٠١٥).

ويقل طول الثمرة بوجود الجين fl فى حالة خليطة، ويزداد التأثير عند وجود الجين فى حالة أصيلة flfl (عن Call & Wehner ٢٠١١).

ولقد وُجد أن صفتى طول عنق الثمرة وطول الثمرة ذاتها فى الخيار صفتان وسطيتان فى وراثتهما – أى يكون الجيل الأول وسطًا بين الأبوين – وأنه يوجد ارتباط وثيق بين الصفتين، بينما لم يوجد أى ارتباط بين طول عنق الثمرة وأى من الصفات الأخرى التى

دُرست، وهى: المرارة، والتعبير الجنسى الأنثوى، ولون الأشواك، وحجم الأشواك، وتثألل الثمرة، ولون الثمرة غير المكتملة التكوين المتجانس، ولون الثمرة الناضجة، وجلد الثمرة الشاحب، والتركيب التشريحى لبشرة الثمرة، ومقاومة البياض الدقيقى (Fanorakis & Tzifaki ١٩٩٣).

هذا.. ولا تتوفر التباينات الوراثية بكثرة فى الخيار الإنجليزى الطويل؛ بسبب ضيق قاعدته الوراثية، التى يمكن إرجاع أصولها — فى كل من برامج التربية فى القطاعين العام والخاص — إلى عدد محدود من الأصول الوراثية. وفى محاولة لتوسيع تلك الخلفية الوراثية استخدمت شركة Nunhems لبذور الخضر: الصنف NZ1، والسلالة PI 432858 من الصين فى إنتاج ١١٦ سلالة مرباة داخليًّا نتجت من تلقيحات رجعية إلى الأب المحسن NZ1 تحتوى على تباينات مورفولوجية ووراثية كثيرة، يمكن استخدامها فى إدخال صفات وتباينات جديدة للخيار الإنجليزى الطويل (Delannay & Staub ٢٠١١).

اللون الخارجى للثمار ولون أشواك الثمار

أمكن التعرف على ١٢ جينًا تؤثر فى لون الثمرة إما فى الأشواك أو الجلد أو اللب، ويبدو أن بعضها ذو تأثير متعدد. فمثلاً.. يرتبط جين لون الثمرة المكتملة التكوين الحمراء R بشدة مع الجين B للأشواك السوداء أو البنية اللون، أو إنه متعدد التأثير، والجين H للشبك الكثيف. كذلك فإنه يتفاعل مع الجين c للون الثمرة المكتملة التكوين الكريمى؛ حيث تكون الثمار الـ RR CC حمراء، والثمار الـ RR cc برتقالية، والثمار الـ rr CC صفراء، والثمار الـ rr cc كريمية اللون.

ويُنتج الجين B أشواك سوداء أو بنية، وهو ذو تأثير متعدد أو يرتبط بالجينين R، و H. وتكون النباتات الـ bb ذات أشواك بيضاء وثمار مكتملة التكوين كريمية اللون وعديمة الشبك. ومن جينات لون الأشواك الأخرى: B-2، و B-3، و B-4.

أما لون جلد الثمرة غير المكتملة التكوين الكريمى فيتحكم فيه الجين المتنحى w وهو متنحٍ مقابل اللون الأخضر، واللون الأخضر المصفر yg متنحٍ مقابل اللون الأخضر القاتم. كذلك فإن لون الجلد قد يكون شاحبًا أو لامعًا D، ومتجانسًا أو مبرقشًا u (Call & Wehner ٢٠١١).

هذا.. وتتميز سلالة الخيار TAMU 830397 بلون ثمارها الناضجة الأخضر، مقارنة باللون الطبيعى الكريمى أو البرتقالى. وقد وُجد أن صفة لون الثمار الناضجة يتحكم فيها جينين (R، و Gn)، كما يلى:

التركيب الوراثى — -R: الثمار برتقالية.

التركيب الوراثى rr gn gn: الثمار خضراء.

التركيب الوراثى rr Gn Gn: الثمار كريمية اللون.

التركيب الوراثى rr Gn gn: الثمار وسط فى لونها بين اللون الكريمى والأخضر.

هذا.. وكانت صفة لون الأشواك إما ترجع إلى تأثير متعدد للجين R أو شديدة الارتباط به، أما صفة الشبك الكثيف التى توجد فى PI 165509، فكان يتحكم فيها عدة جينات ولم تكن مرتبطة باللون البرتقالى (Peterson & Pike ١٩٩٢).

وقد وُجد جين واحد متنحٍ يتحكم فى اللون المتجانس لثمرة الخيار غير المكتملة التكوين، أُعطى الرمز u، وأمكن التعرف على تسع واسمات ترتبط بذلك الجين، وهو الذى يقع بين الواسمتين SSR 10، و SSR 27، على مسافة ٠,٨، و ٠,٥ سنتى مورجان منهما (Yang وآخرون ٢٠١٤).

اللون الداخلى للثمار

يُعرف جينان يؤثران فى لون الجدار الثمرى الوسطى mesocarp، هما wf للب الأبيض white flesh، و yf للب الأصفر yellow flesh، وهما يتفاعلان معًا ليكون اللون الداخلى أبيض (WfWf YfYF، أو wfwf YfYf)، أو أصفر (WfWf yfyf)، أو برتقالى (wfwf yfyf) (عن Call & Wehner ٢٠١١).

صفات فيزيائية أخرى تؤثر فى جودة الثمار

تؤثر خمسة جينات فى قوام جلد الثمرة، هى: Tu (الناعم)، و te (الغض)، وP، و I، وH (الشبك الكثيف فى الثمار المكتملة التكوين). عُرف الجين P فى الصنف النباتى *Cucumis sativus* var. *tuberculatus* وهو يتحكم فى صفة قشرة الثمرة الصفراء المتدرنة tubercles، وهو يتحور بفعل الجين I الذى يزيد من كثافة التدرن.

ويتحكم جينان فى صفات الأشواك spines، هى: f لكثرة الأشواك، وهو يرتبط بالجين s الذى يتحكم فى الأشواك الصغيرة. وقد اقتُرح أنهما جين واحد s يتحكم فى الأشواك الكثيرة الصغيرة. كما ذكر – أيضًا – الجين ss للأشواك الصغيرة، وns لكثرة الأشواك numerous spines.

وتؤثر ثلاثة جينات فى الصفات الداخلية للثمرة، هى: Es-1، و Es-2 للغرف الفارغة empty chambers، و l لعدد الغرف locules (عن Call & Wehner ٢٠١١).

نكهة الثمار

وُجد أن محتوى ثلاثة من المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة فى ثمار الخيار – وهى 2E-nonenal، و octanol، و 2E,6Z-nondienal يتحكم فيها – أساسًا – تأثيرات إضافة وسيادة، بينما يتحكم فى محتوى كل من الـ nonanal، والـ 6Z-nonenal – أساسًا – تأثيرات إضافة. ولقد وجد أن كلا من درجتى التوريث على النطاقين العريض والضيق للمركبات المتطايرة الخمسة منخفضة؛ بما يعنى صعوبة الانتخاب لتحسين مستوياتها بالثمار. هذا .. بينما وُجدت مستويات عالية من الارتباط بين محتوى الثمار من تلك المركبات الخمسة (Xu وآخرون ٢٠١٢).

وتتميز سلالة الخيار التايلندية PK2011 T202 بشذى خاص مُحبب يُطلق عليه اسم pandan-like fragrance، ومرده إلى المركب المتطاير 2-acetyl-1-pyrroline (اختصارًا: 2AP). وقد تبين وجود علاقة بين واسمة SNP (هى: A 1855G) والشذى المميز (Yundaeng وآخرون ٢٠١٥).

المحتوى الكاروتينى واللب البرتقالى

وُصِفَ صنف نباتى جديد من الخيار هو *Cucumis sativus* var. *xishuangbannaesis*، تبلغ وزن ثمرته ٢–٣ كجم ولبها برتقالى اللون، وتحتوى على بذور كثيرة قد يزيد عددها أحيانًا عن الألف بذرة، وفيه ٢ ن = ٢ س = ١٤، وتسود صفة لون اللب البرتقالى فى تلقيحاته مع الخيار، ولكن لا ينجح تهجينه مع الكنتالوب (Qi وآخرون ١٩٨٣).

تنمو نباتات هذا النوع بريًّا فى منطقة Yunnan بالصين، وقد أمكن الاستفادة منه فى إنتاج ثلاث أصناف خيار ذات لب برتقالى عالية فى محتواها من الكاروتين، هى: Early Orange Mass 400، Early Orange Mass 402، و Early Orange Mass 404 (Simon & Navazio ١٩٩٧).

تتميز ثمار هذا الصنف النباتى (*Cucumis sativus* var. *xishuangbannanesis*)– السلالات: P 100، و P101، و P104)، وكذلك سلالة الخيار *C. sativus* P105 بجدر ثمارها الوسطى mesocarp البرتقالى، وبارتفاع محتواها من البيتاكاروتين، وهما صفتان مرتبطتان. وتبين تحكم كلٍ من التأثير المضيف وغير المضيف فى وراثتهما. وقد كانت معظم توافقات الجيل الأول الهجين بين السلالات ذات الجدار الوسطى البرتقالى وغير البرتقالية منخفضة فى محتواها من الكاروتين؛ مما يدل على سيادة المحتوى المنخفض من الكاروتين (Navazio & Simon ٢٠٠١).

ولقد أمكن نقل صفة لون اللب البرتقالى لثمار خيار التخليل من صنف الجورد (الخيار) الصينى Xishuangbanna gourd (وهو ذاته: *Cucumis sativus* var. *xishuangbannanesis*؛ حيث أُنتجت السلالة EOM 402-10، وهى سلالة وحيدة الجنس وحيدة المسكن يرتفع فيها محتوى البيتاكاروتين الداخلى، وتتميز بلبها برتقالى اللون. وبتلقيحها مع السلالة Gy7 – وهى سلالة أنثوية بدون بيتاكاروتين، ولبها أبيض – انعزلت نباتات الجيل الثانى إلى ١٥ ذات بيتاكاروتين منخفض (٠,٠١–٠,٣٤

ميكروجرام/جم): ١ ذات بيتاكاروتين عالٍ (١,٩ – ٢,٧٢ ميكروجرام/جم) فى الجدار الثمرى الوسطى mesocarp، وإلى انعزالٍ بنسبة ٣: ١ فى الجدار الثمرى الداخلى endocarp، وانعزلت نباتات التهجين الرجعى إلى السلالة EOM 402-10 بنسبة ٣: ١، و ١:١ (كاروتين عالٍ إلى كارتين منخفض) فى كلٍ من الجدار الثمرى الوسطى والداخلى، على التوالى. ويُستدل من تلك النتائج علىٍ تحكم زوجان من الجينات المتنحية فى محتوى البيتاكاروتين فى الجدار الثمرى الوسطى، وزوج واحد متنحٍ فى محتوى الكاروتين فى الجدار الثمار الداخلى (Cuevas وآخرون ٢٠١٠).

عدم المرارة

توجد ثلاث حالات لتوزيع المرارة فى الأجزاء المختلفة لنبات الخيار؛ هى:

١- حالة تكون فيها النموات الخضرية مرة الطعم والثمار غير مرة، ولكنها تصبح مرة فى بعض الظروف البيئية غير المناسبة.

٢- حالة تكون فيها النموات الخضرية مرة الطعم والثمار غير مرة، وتبقى غير مرة فى كل الظروف.

٣- حالة تكون فيها النموات الخضرية والثمار غير مرة الطعم (عن Haynes & Jones ١٩٧٥).

ترجع المرارة إلى ما تحتويه النموات الخضرية والثمار من مركبات تعرف باسم الكيوكربتسينات Cucurbitacins، وهى مواد سامة للإنسان.

يتحكم فى الطعم المر bitter flavor زوجان من الجينات؛ هما: الجين السائد Bt المسئول عن زيادة المرارة بشدة فى الثمار — كما فى السلالة P.I. 173889 — والجين المتنحى bi الذى يمنع تكوين الكيوكربتسينات المسئولة عن الطعم المر فى كل من النموات الخضرية والثمار (عن Lee & Janick ١٩٧٨). هذا.. إلا أن De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) وجدا أن الجين Bi ذو سيادة غير تامة، وأن فعله يتأثر بجينات أخرى محورة ذات تأثير إضافى تزيد من حدة المرارة (intensifier genes).

كذلك أوضحت دراسات Robinson وآخرين (١٩٨٨) أن مرارة الثمار تعود إلى تغيرات كمية — وليست نوعية — فى محتواها من الكيوكربتسين. فثمار النباتات ذات التركيب الوراثى BtBt عالية فى محتواها من كيوكربتسين C، الذى يوجد أيضًا– ولكن بدرجة قليلة — فى ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى btbt، بينما تكون ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى Btbt متوسطة فى محتواها من الكيوكربتسين.

كما أوضح تحليل كيوكربتسين C — فى الأوراق الفلقية لبادرات الجيل الثانى للتلقيح بين الصنف Eversweet والسلالة المرة P.I. 173889 — أن الانعزال كان بنسبة ٣ بها كيوكربتسين: ١ خالية من الكيوكربتسين؛ الأمر الذى يفيد تفوق الجين bi على الجين Bt. هذا .. بينما انقسمت نباتات الجيل الثانى — التى احتوت على الكيوكربتسين — إلى مجموعتين: كان متوسط الأولى ٠,٢٥ مجم كيوكربتسين C/جم (بمدى قدرة ٠,٠١– ٠,٣٠ مجم)، ومتوسط الثانية ٠,٤٠ مجم (بمدى قدره ٠,٣١– ١,٠٠ مجم) كيوكربتسين C/ جم من الأوراق الفلقية. وكان انعزال بادرات الجيل الثانى — حسب محتواها من الكيوكربتسين — بنسبة ٩ عالية المحتوى: ٣ متوسطة المحتوى: ٤ خالية؛ الأمر الذى يؤكد السيادة غير التامة للجين Bt، وتفوق الجين bi عليه. وكان الدليل الثالث على تفوق الجين bi على Bt انعزال صفة المرارة فى ثمار نباتات الجيل الثانى للتلقيح السابق الذى حدث كذلك بنسبة ٩ مرة (< ٠,٠١ مجم كيوكربتسين C/جم) من الثمار: ٣ عادية (٠,٠١ مجم كيوكربتسين C): ٤ غير مرة (خالية من كيوكربتسين C).

وباختصار .. فإن مرارة النمو الخضرى فى الخيار يتحكم فيها الآليلان Bi، و bi، وهما مستقلان عن آليلى جين آخر يتحكمان فى مرارة الثمار، وهما Bt، و bt ؛ علمًا بأن bi متنحٍ بالنسبة لـ Bt (تفاعل تفوق spistasis) وتكون الثمار مرة — كذلك — عندما يكون الجينان Bi، و bi فى حالة خليطة، حتى فى غياب Bt، إلاّ أن مدى المرارة فى هذه الحالة لا يكون بنفس القدر الذى يسببه الجين Bt، كما تكون نسبة الثمار المرة أقل. وقد استُخدمت فى هذه الدراسة ثلاث سلالات: مُرة فى كل من النمو الخضرى والثمار (BiBiBtBt)، وخالية من المرارة فى كل من النمو الخضرى والثمار (bibibtbt)، ومرة النمو الخضرى فقط (BiBibtbt) (Xingfang وآخرون ٢٠٠٧).

وقد تبين أن صفة مرارة الثمار فى السلالة LJ 90430 يتحكم فيها جين — أُعطى الرمز Bt-2 — يختلف عن الجين Bt الذى يتحكم فى صفة مرارة الثمار فى السلالة PI 173889، علمًا بأن الجيل الثانى بينهما ينعزل بنسبة ١٣ غير مرة إلى ٣ مرة. ويبدو أن الجين Bt يرتبط بالجين bi (الأوراق الفلقية الخالية من المرارة)، وقد يقعا على الكرورموسوم ١. أما الجين Bt-2 فيبدو أنه يرتبط بعدة جينات على الكروموسوم ١ (Walters وآخرون ٢٠٠١).

ونظرًا لأن تأثير الجين المسئول عن المرارة يظهر فى البادرات.. فإن أفضل وقت للانتخاب ضد صفة المرارة يكون فى طور البادرة (Whitaker & Davis ١٩٦٢). وقد توصل Gorski وآخرون (١٩٨٦) إلى طريقتين سريعتين لتقدير محتوى الأوراق الفلقية من كيوكربتسين C، تتطلب كل منهما ورقة فلقية واحدة يتم استخلاصها بالإيثانول، ثم يقدر محتواها — بعد ذلك — كروماتوجرافيًّا إما بالـ TLC، وإما بالـ HPLC وهى الوسيلة المفضلة. وكلتا الطريقتين سريعة، وتصلح لأغراض الانتخاب فى الأجيال الانعزالية من برامج التربية لكل من صفتى الخلو من المرارة والمقاومة لخنافس الخيار؛ نظرًا لارتباط وجود الكيوكربتسين C فى الأوراق الفلقية بالقابلية للإصابة بالخنافس.

تحمل الثمار لأضرار البرودة أثناء التخزين

وجد عندما قُطعت ثمار الخيار عرضيًّا أن كمية الإفرازات المتراكمة عند السطح المقطوع (٩٢–١٦٤ مجم) ومحتواه من المواد الصلبة (١,٨٪–١١٪) تناسب مع مدى تحمل التركيب الوراثى لأضرار البرودة (التنقير والتحلل ومعدل التنفس وإنتاج الإثيلين ونشاط الـ ACC oxidase) عند التخزين على ٢,٥ ْم لمدة ٨ أيام، مقارنة بالتخزين على ١٢,٥ ْم لنفس المدة. وفى هذه الدراسة كان أكبر قدر من الإفرازات وأعلى قدر من التوصيل الكهربائى فى الصنفين الأشد حساسية لأضرار البرودة: DMR 1، و Poinsett 76، وكانت أعلى نسبة من المواد الصلبة فى الإفرازات فى السلالات المتحملة للبرودة (Cabrera & Saltveit ١٩٩٢، و ١٩٩٣).

ومن ناحية أخرى، لم تكن هناك علاقة بين كل من تنقير الثمار وتحللها جراء تعرضها للبرودة، وبين تحمل البادرات لأضرار البرودة؛ بما يعنى أن ثمار وبادرات

السلالة الواحدة قد يتباينا فى استجابتهما لشدِّ البرودة. وقد كان إنتاج الإثيلين المستحث بفعل شدِّ البرودة أعلى فى السلالات الحساسة للبرودة عنها فى السلالات المتحملة لها، كما أحدث شد البرودة فقدًا أكبر فى نشاط الإنزيمات فى السلالات المتحملة للبرودة عما فى السلالات الحساسة لها (Cabrera وآخرون ١٩٩٢).

القدرة التخزينية للثمار

أُجرى تقييم لجميع أصناف وسلالات الخيار التى كانت متاحة (٧٥٦ صنف وسلالة) للقدرة على التخزين، ووُجد ما يلى:

١- كان أقلها فقدًا فى وزن الثمار أثناء التخزين السلالات: PI 172839، و PI 344067، و PI 264667، و PI 171612، و PI 339245، و PI 220171، و PI 279469، و PI 368550.

٢- كان أقلها فقدًا فى صلابة الثمار أثناء التخزين السلالات والأصناف: PI 379284، و PI 339241، و PI 414159، و PI 442177، و Regal، و PI 109483، و Addis، و PI 285603، و PI 257486، و Calypso.

٣- كان أقلها إظهارًا للذبول والتعفن بالثمار أثناء التخزين السلالات والأصناف: Dasher II، و Sprint 440، و Texas Long، و PI 390255، و PI 432870، و Pacer، و PI 419078، و PI 390247، و PI 321011، و PI 414158 (Wehner وآخرون ٢٠٠٠).

التربية للتوافق مع طرق الإنتاج

تحمل مبيدات الحشائش

اكتشفت المقاومة لمبيد الحشائش كلورامبين Chloramben فى بعض سلالات الخيار، وأوضح Miller وآخرون (١٩٧٣) أن جينات المقاومة للمبيد — فى سلالتين من الخيار — تراوحت من ١-٥ جينات؛ تبعًا لطريقة التقييم للمقاومة، وطريقة تقدير عدد الجينات، وكان تفاعل الجينات إضافيًّا أساسًا، مع سيادة جزئية للقدرة على تحمل

المبيد، وظهر واضحًا أن الجينات المسئولة عن المقاومة تختلف فى السلالتين. ويدل على ذلك اختلاف درجة توريث الصفة فى السلالتين، وظهور انعزال فائق الحدود عند تهجينهما معًا. وقد تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض من ٠,٤٩ إلى ٠,٩٣، وعلى النطاق الضيق من ٠,٢٦ إلى ٠,٨٧.

كما أُجرى تقييم شمل ٧٥٣ صنفًا وسلالة من الخيار لتحمل مبيد الحشائش كلورامبين Chloramben بمعدل ٦,٧ كجم مادة فعالة للهكتار (٢,٨ كجم/فدان)، وبناء على تقديرات نسبة الإنبات وسرعته وقوة نمو البادرات صُنِّفت تسع سلالات على أنها متحملة للمبيد، وهى: PI 165952، و PI 173892 ، و PI 179676، و PI 275411، و PI 279641، و PI 279465، و PI 436609، و PI 482464 (Staub & Crubaugh ١٩٨٩، و Staub وآخرون ١٩٩١ أ، و١٩٩١ب).

الصلاحية للحصاد الآلى

يحاول مربو النبات الاستفادة من عدد من الصفات التى تتوفر فى جيرمبلازم الخيار والأصناف النباتية القريبة؛ لإنتاج أصناف جديدة تصلح للحصاد الآلى. وأهم الصفات التى يلزم توفرها لتناسب هذه الجزئية من العملية الإنتاجية الإنتاج المركز للثمار — أى كثرة عدد الثمار التى ينتجها النبات فى آن واحد — وبسهولة فصل الثمرة عن النمو الخضرى بعد التقاطه بواسطة آلة الحصاد.

ويتوقف مدى سهولة انفصال الثمرة على مساحة موضع اتصال الثمرة بالعنق Stem Attachment Area. وبدراسة هذه الصفة.. وجد Burnham & Peterson (١٩٧٠) اختلافات جوهرية بين ثلاثة أصناف من الخيار، كما وجد أن مساحة هذه المنطقة تزداد زيادة طفيفة مع زيادة طول الثمرة، وكانت العلاقة بين المتغيرين كما يلى:

$$Y = 0.112 + 0.04\ x$$

حيث إن Y هى مساحة موضع الاتصال، و x هى طول الثمرة. وينصح الباحثان بأن يكون الانتخاب للمساحة المناسبة لموضع اتصال الثمرة بالعنق، فلا تكون كبيرة بدرجة يصعب معها فصل الثمار، ولا تكون صغيرة جدًّا إلى درجة قد تنفصل معها الثمار قبل وصول النمو الخضرى إلى الموضع المناسب من آلة الحصاد.

تؤخذ دائمًا فى الحسبان القوة اللازمة لفصل الثمار fruit detachment force عند تصميم آلات حصاد الخيار آليًّا، وهو أمر مطبق ويؤخذ به بالنسبة لأصناف خيار التخليل. أما بالنسبة لأصناف الاستهلاك الطازج فإن ذلك الأمر لم يُدرس دراسة كافية. وقد وجد أن خيار الاستهلاك الطازج يحتاج إلى قوة أكبر لفصله عن النموات الخضرية عند حصاده آليًّا، ولم يلاحظ – فى أصناف الاستهلاك الطازج — وجود ارتباط قوى بين القوة اللازمة لفصل الثمار وكلاً من: قطر عنق الثمرة، ووزن الثمرة، وطول الثمرة، وقطر الثمرة (Bracy وآخرون ١٩٩٢).

أما بالنسبة للإنتاج المركز من الثمار.. فإن المربى يأمل فى تحقيق ذلك من خلال ثلاث صفات؛ هى:

١– صفة التقزم Dwarfism .. حيث يمكن زراعة السلالات المتقزمة على مسافات ضيقة؛ وبذا.. يزيد عدد الثمار التى يمكن حصادها آليًّا مرة واحدة.

٢– صفة الأنوثة.. حيث يبدأ إنتاج الأزهار المؤنثة مبكرًا وبصورة أكثر تركيزًا. وقد وجد Prend & John (١٩٧٦) أن محصول الهجن المتقزمة الأنثوية gynoecious dwarf كان أكثر من مِثْلَىْ محصول الهجن الأنثوية العادية. كما كان متوسط عدد الثمار بالنبات أكبر مما فى الهجن الأنثوية العادية عندما أجرى الحصاد مرة واحدة آليًّا.

٣– صفة كثرة التفريع وكثرة عدد الثمار/ نبات التى تتوفر فى الصنف النباتى *C. satirus* var. *hardwickii*، وقد سبقت الإشارة إليها.

تربية الخيار لتحمل الظروف البيئية القاسية

تحمل شد البرودة

قدرة البذور على الإنبات فى ظروف البرودة

دُرست قدرة بذور الخيار على الإنبات فى حرارة ١٧ °م على ثلاثة أُسس، هى: عدد الأيام الفعلى حتى الإنبات، وعدد الأيام حتى ٥٠٪ إنبات، ونسبة الإنبات. وقد تراوحت

درجة توريث صفة التحمل بين ٠,٤٤، و ٠,٦١ على الأُسس الثلاثة. وقد أُوصى بالانتخاب على أساس نسبة الإنبات أو عدد الأيام الفعلى حتى الإنبات على ١٧ ْم لأجل تحسين صفة التحمل (Wehner ١٩٨٤).

قدرة النباتات على النمو فى ظروف البرودة

التقييم لتحمل البرودة

أُوصى باتباع الطريقة التالية لأجل التعرف على التباينات الوراثية لتحمل أضرار البرودة فى الخيار: تُنتج النباتات فى حرارة ١٨/٢٢ ْم تحت ٩ ساعات إضاءة مع ٣ ساعات أخرى إضاءة خلال فترة الظلام (night interruption)، وتروى النباتات يوميًّا، ثم تُعَّرض خلال مرحلة الورقة الحقيقية الأولى لمعاملة البرودة لمدة ٧ ساعات على ٤ ْم، مع إضاءة ٢٧٠ ميكرومول/م٢ فى الثانية، ثم يُجرى التقييم للأضرار بعد ٥ أيام من المعاملة (Smeets & Wehner ١٩٩٧).

وراثة تحمل البرودة

وُجد أن صفة تحمل أضرار البرودة (١٢ ْم) فى الخيار (أُجريت الدراسة على الصنفين المتحملين للبرودة Chipper، و Little John، والصنف غير المتحمل GY14) يتحكم فيها عوامل تورث عن طريق الأم من خلال جينوم الكلوروبلاستيدات (Chung وآخرون ٢٠٠٣).

وقد استُعملت السلالة PI 246930 فى تطوير سلالة الخيار المتحملة لشدِّ البرودة NC-76، ودُرست وراثة صفة التحمل بتلقيح تلك السلالة مع صنف الخيار Chipper والسلالة Gy 14 غير المتحملين للبرودة، ثم تعريض نباتات مختلف العشائر الوراثية، وهى فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى لحرارة ٤ ْم لمدة ٧ ساعات وإضاءة ٥٠٠ ميكرومول/م٢ فى الثانية. ولقد أظهرت النتائج تحكم جين واحد سائد فى صفة التحمل، وأُعطى الرمز Ch (Kozik & Wehner ٢٠٠٨).

ومن المتفق عليه حاليًّا أنه يتحكم فى تحمل شدِّ البرودة فى الخيار عوامل سيتوبلازمية (كما فى الصنف Chipper) وأخرى تُحمل فى النواة (كما فى السلالة NC-76) (Gordon & Staub ٢٠١١).

هذا.. إلاّ أن سلالة الخيار PI 390953 – التى تتميز بالقدرة على تحمل البرودة فى مرحلة نمو البادرة، إضافة إلى سرعة إنبات بذورها فى الحرارة المنخفضة – يبدو أنها تختلف فيما تحمله من عوامل وراثية لتلك الصفة؛ فقد انعزلت بادرات الجيل الثانى للتلقيح بينها وبين الصنف الحساس للبرودة Gy14 بنسبة ٩ حساسة: ٧ متحملة ومتوسطة التحمل؛ مما يدل على أن صفة التحمل يتحكم فيها جينان متنحيان متفوقان (double recessive epistasis)؛ حيث يؤدى تواجد أحد الجينين المتنحيين — أو كليهما — بحالة أصيلة — إلى إنتاج بادرات متحملة للبرودة (Klosinska & Kozik ٢٠١٤).

طبيعة تحمل البرودة

عُرِّض صنفا الخيار Xintaimici المتحمل لشدِّ البرودة، و Jinyan no. 4 الحساس للبرودة لحرارة منخفضة (١٥/١٥ °م) أو مناسبة (١٨/٢٥ °م) فى إضاءة منخفضة (١٠٠ ميكرومول/م^{٢} فى الثانية) لأجل تبين العلاقة بين التغيرات المجهرية والتغيرات فى مضادات الأكسدة التى تُحدثها الحرارة المنخفضة. وقد وجد أن معاملة الحرارة المنخفضة لم تُحدث تغيرات جوهرية فى أغشية البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية فى الصنف المتحمل، بينما أُضيرت تلك الأغشية بشدة فى الصنف الحساس. كذلك حدثت تغيرات فى النشاط المضاد للأكسدة كانت متوافقة مع كل من تحمل البرودة والتغيرات فى الأغشية البلازمية. وبينما ازداد نشاط كلا من السوبرأوكسيد دسميوتيز superoxide dismutase، والـ guaiacol peroxidase فى الأوراق التى تعرضت لمعاملة البرودة فى كلا الصنفين – بما يعنى عدم ارتباط نشاطهما بالاختلاف بين الصنفين فى تحمل البرودة – فإن محتوى الـ GSH، ونشاط الجلوتاثيون ريدكتيز glutathione reducatase ازدادا بدرجة أكبر فى أوراق الصنف المتحمل عما حدث فى الصنف الحساس، بينما انخفض نشاط الكاتاليز catalase فى الصنف المتحمل. كانت تلك التغيرات فى محتوى الـ GSH وفى النشاط الإنزيمى مرتبطة بالتغيرات المجهرية فى الأغشية، ومع الاختلافات بين الصنفين فى تحمل شدِّ البرودة (Xu وآخرون ٢٠٠٨).

التربية لتحمل شد البرودة

أمكن بالتلقيح الرجعى نقل عوامل سيتوبلازمية تتحكم فى تحمل شد البرودة إلى جيرمبلازم متميز من الخيار (Gordon & Staub ٢٠١٤).

وقد ذُكر أن التعبير عن الجين pGT: Dhn24 (المتحصل عليه — أصلاً — من النوع المتحمل للبرودة *Solanum sogarandinum*) يزداد فى الخيار المعرض لظروف البرودة، إلا إنه لم تتوفر أى دلائل على أن التحويل الوراثى للخيار بهذا الجين تزيد من تحمله للبرودة (Mróz وآخرون ٢٠١٥).

التأقلم على الفترة الضوئية

إن الخيار نبات محايد بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية فى الإزهار، ولكن محاولة الاستفادة من الصنف النباتى *C. sativus* var. *hardwickii* فى التربية تثير مشكلة تأثره بالفترة الضوئية؛ لكونه نباتًا قصير النهار. وقد وجد Vecchia & Peterson (١٩٨٤) أن هذه الصفة — فى السلالة PI 215589 — يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز df. وذكر الباحثان أن هذا الجين ربما يكون آليليًّا للطفرة df (delayed flowering)، التى كانت قد اكتشفت من قبل فى الصنف Baroda، والتى تؤدى إلى تأخير الإزهار إلى أن يحل النهار القصير شتاء.

تحمل شدِّ الملوحة

درس Jones وآخرون (١٩٨٩) تأثير سبعة تركيزات من الملوحة (من EC صفر إلى ١٥ مللى موز/سم) على ستة أصناف من الخيار، وأوضحت تلك الدراسة وجود ارتباط فى أحد الأصناف — بين طول البادرة عند EC ٩,٠ والمحصول النسبى عند EC ٤,٠.

وبدراسة وراثة تحمل الملوحة فى العشائر الوراثية للتلقيح بين سلالة الخيار المتحملة للملوحة PI 177361 وغير المتحملة PI 19240 عند درجة توصيل كهربائى ٩,٥ ديسى سيمنز/م، وجد أن صفة التحمل يتحكم فيها جين واحد رئيسى سائد وكثير من الجينات الثانوية. وقد تراوحت درجة التوريث على النطاق الضيق لصفة تحمل الملوحة بين ٤٠,٩، و٨٥,٨٪ (Jones ١٩٨٤). وفى المقابل.. يذكر Pierce & Wehner

(١٩٩٠) أن صفة القدرة على تحمل الملوحة تتوفر فى الخيار، ويتحكم فيها جين واحد متنح، يأخذ الرمز sa.

وفى دراسة أخرى.. وجد أن صفة تحمل الملوحة فى سلالة الخيار S 1411 يتحكم فيها تأثير جينى مضيف بصورة أساسية، وقدرت درجة توريثها على النطاق الضيق بنحو ٠,٥٧ (Kare وآخرون ٢٠١٣).

وقد أمكن تحويل الخيار وراثيًّا بالجين المسئول عن إنتاج الـ DHN 24 dehydrin والمتحصل عليه من النوع المتحمل للملوحة *Solanum sogarandinum*؛ لأجل جعل الخيار أكثر تحملاً للبرودة والتجمد (Yin وآخرون ٢٠٠٦).

وفى دراسة على طبيعة تحمل شد الملوحة.. أُجريت مقارنة بين صنفى الخيار Zaoduojia المتحمل نسبيًّا للملوحة، و Jinchun No.2 الحساس نسبيًّا لها عند تعرضهما للشد الملحى، ووجد ما يلى:

١- انخفض الوزن الجاف لكل من النمو الخضرى والجذرى، وطول النبات، وقطر الساق، ومساحة الورقة، وعدد الأوراق بالنبات فى كلا الصنفين مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم، ولكن الانخفاض فى الوزن الجاف للنموين الخضرى والجذرى ومساحة الورقة كان أكبر فى الصنف الحساس عما فى المتحمل.

٢- ازداد دليل ضرر الملوحة، ونفاذية الأغشية الخلوية، ومحتوى الـ melondialdhyde، ونشاط الإنزيمين: السوبرأوكسيد دسميوتيز superoxide dismutase، والبيروكسيديز مع الشدِّ الملحى، وكانت الزيادة فى دليل ضرر الملوحة ومحتوى الـ melondialdyhde فى الصنف الحساس أكبر عما فى المتحمل، بينما كانت الزيادة فى نشاط البيروكسيديز أقل فى الصنف الحساس عما فى المتحمل.

٣- ازداد محتوى البرولين بوضوح فى الصنف المتحمل بزيادة الملوحة، بينما لم يتأثر البرولين بالملوحة فى الصنف الحساس.

٤- ازداد محتوى الأوراق والسيقان والجذور من الصوديوم فى كلا الصنفين، بينما انخفض محتواها من البوتاسيوم؛ مما أدى إلى زيادة نسبة الصوديوم إلى البوتاسيوم بزيادة الملوحة.

يُستفاد مما تقدم بيانه وجود آلية أفضل ضد أضرار الأكسدة وأكسدة الدهون فى الصنف المتحمل بمحافظته على مستوى عالٍ من البرولين ونشاط البيروكسيديز عما فى الصنف الحساس فى ظروف الشدِّ الملحى (Zhu وآخرون ٢٠٠٨).

تحمل شد الجفاف

أُجرى تقييم لعدد ٦٤٩ صنف وسلالة من الخيار لتحمل الجفاف تحت ظروف الحقل على مدى ثلاث سنوات، وكانت أكثر السلالات تحملاً للجفاف (على مقياس من ١ = ذبول بنسبة ١٠٠٪ إلى ٩ = لا يوجد أى ذبول)، كما يلى:

السلالة (PI)	بلد المنشأ	شدة التحمل
200815	بورما	٧,٧
263079	الاتحاد السوفيتى	٩,٠
308915	الاتحاد السوفيتى	٩,٠
308916	الاتحاد السوفيتى	٩,٠
344445	إيران	٨,١
422181	تشيكوسلوفاكيا	٧,٧
16443	الهند	٩,٠
211962	إيران	٧,٦
279468	اليابان	٧,٦
292012	إسرائيل	٨,٠
344438	إيران	٨,١
426629	باكستان	٨,٥
525075	موريشيس	٨,١
169392	تركيا	٧,٧
169395	تركيا	٨,١
176519	تركيا	٧,٨
204568	تركيا	٧,٨
211984	إيران	٧,٧
211985	إيران	٧,٩
249550	إيران	٨,٠

(Van Wann ١٩٩٢)

ولقد دُرست استجابة أربع سلالات من الخيار للشدِّ الرطوبى، وهى سلالات تختلف فى حجم الأوراق (الحجم العادى LL مقابل الحجم الصغير ll) وطبيعة النمو (النمو غير المحدود DeDe مقابل المحدود dede). وقد اختلفت استجابة التراكيب الوراثية لشدِّ الجفاف، فكانت النباتات الأصيلة فى صفة الورقة الصغيرة ll – سواء أكانت محدودة النمو، أم غير محدودة – أقل تأثرًا بالذبول تحت ظروف الشد الرطوبى عن النباتات ذات الورقة العادية LL. هذا إلاّ أن الوزن الجاف للنبات وعدد الثمار ووزنها كان أعلى فى النباتات ذات التركيب الوراثى LLDeDe، مقارنة بالنباتات الـ llDeDe. كما كانت ثمار النباتات الـ LLDeDe أحسن جودة عن ثمار النباتات الـ llDeDe. وبذا.. فإن حدوث الذبول جراء التعرض لشد الرطوبة لا يُعد دليلاً على تحمل شد الجفاف فى مرحلة النمو الثمرى (Serce وآخرون ١٩٩٩).

تحمل شد الغدق

تتوفر صفة تحمل شدِّ غدق التربة فى سلالة الخيار PW 0832، وقد أمكن التعرف على ١٤ QTLs ذات علاقة بأربع صفات خاصة بتحمل غدق التربة فى هذه السلالة، وهى: درجة التحمل، وتكوين الجذور العرضية، والوزن الجاف للنموات الخضرية فى ظروف الغدق، وطول النموات الخضرية فى ظروف الغدق (Yeboah وآخرون ٢٠٠٨).

ولقد وُجد لدى مقارنة سلالتين من الخيار إحداهما المتحملة لغدق التربة التى أسلفنا الإشارة إليها (PW 0832) والأخرى حساسة له (PW 0801) أن الفرق بينهما فى صفة التحمل يتوقف على التنشيط المبكر لمضادات الأكسدة، وعلى مدى سرعة تخلصهما من تأثيرات شدِّ الغدق. وقد لعبت الزيادة فى نشاط الإنزيمين: superoxide dismutase (اختصارًا: SOD)، و catalase (اختصارًا: CAT) فى السلالة PW 0832 دورًا هامًّا فى تحملها للغدق، وارتبط التخلص البطئ من الآثار السلبية للغدق فى السلالة PW 081 دورًا هامًّا فى زيادة أضرار الغدق بها، والذى تمثل فى أكسدة الدهون، وانخفاض فى المحتوى الكلوروفيلى وفى نشاط الإنزيمين SOD، و CAT.

هذا.. فى الوقت الذى انخفض فيه نشاط الإنزيم peroxidase فى كلتا السلالتين تحت ظروف شدِّ الغدق، مقارنة بنشاطه فيهما فى الظروف العادية؛ بما يعنى عدم علاقة نشاط هذا الإنزيم بتحمل شدِّ الغدق (Qi وآخرون ٢٠١١).

تحمل تلوث الهواء

تتوفر اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الخيار فى قدرتها على تحمل التركيزات العالية — نسبيًّا — من ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء الجوى. وقد توصل Bressan وآخرون (١٩٨١) — من التلقيح بين الصنف المقاوم National Pickling والصنف الحساس Chipper — إلى أن القدرة على تحمل التلوث بغاز ثانى أكسيد الكبريت يتحكم فيها جين واحد سائد.

الفصل الرابع

تربيــة الكوسة والقرع العسلى

تربية الكوسة والقرع العسلى لتحسين المحصول

من أبرز جهود تربية الكوسة والقرع العسلى لتحسين المحصول: إنتاج الأصناف ذات العقد البكرى، والانتخاب، وإنتاج الهجن.

العقد البكرى

يبلغ محصول الكوسة التى تزورها الحشرات خمسة أضعاف تلك التى تُمنع الحشرات من الوصول إليها، وقد لا تُنتج الأخيرة أية ثمار. ومن المعروف أن حيوية حبوب لقاح الكوسة تكون حوالى ٩٢٪ فى الأزهار الحديثة التفتح، ولكنها تنخفض إلى ٧٥٪ عند انغلاق تلك الأزهار فى نفس الصباح، ثم إلى ١٠٪ فقط فى اليوم التالى. ولذا.. فإن الأزهار المؤنثة يجب أن تلقح مبكرًا قدر الإمكان فى نفس يوم تفتح الزهرة المذكرة.

وفى المقابل فإن ظاهرة العقد البكرى تسمح بإنتاج الكوسة لثمارها فى البيوت المحمية وفى الحقول فى الجو البارد، وهى ظروف لا تسمح بالنشاط الحشرى اللازم للتلقيح الجيد، كما يقل فيها إنتاج الأزهار المذكرة.

ولقد أُنتج فى جامعة كورنل سلالة كوسة بكرية العقد أطلق عليها اسم Whitaker وهى سلالة تتميز — كذلك — بمقاومتها لثلاث فيروسات.

وعندما دُرِسَت شدة حالة العقد البكرى (على مقياس من ١ = ثمار غير بكرية إلى ٥ = ثمار بكرية) فى نباتات الآباء ونباتات الجيلين الأول والثانى والتلقيحات الرجعية للأبوين فى التلقيح بين السلالة Whitaker البكرية العقد والصنف Caserta غير البكرى العقد، كان تقييم شدة العقد البكرى ٤,٢٠ فى Whitaker، و ١,٥٥ فى Caserta، وكانت وراثة الصفة كما يلى:

١– أظهرت تقديرات درجة التوريث أن التقدم الوراثى بالانتخاب ممكن.

٢– تطابقت النتائج مع موديل إضافة/ سيادة لوراثة الصفة.

٣– تحكم فى صفة العقد البكرى جين واحد ذو سيادة غير تامة فى اتجاه التعبير عن صفة العقد البكرى (de Menezes وآخرون ٢٠٠٥).

وقد أمكن التعرف على ٤٦ تركيبًا وراثيًّا بكرى العقد من الكوسة *Cucurbita pepo* ذات ثمار زوكينى كروية (Mendez-Lopez وآخرون ٢٠١٠).

ولقد ظهرت صفة القدرة على العقد البكرى فى عدد من أصناف وسلالات الكوسة من بين ٦٤ صنفًا وسلالة زوكينى تم تقييمها، وكان من بينها السلالات: P84051، و P84057، YSC-10-1S، والصنف Ford Zucchini الذى لم تظهر بثماره البكرية العقد صفة النهايات المستدقة مثلما ظهرت فى ثمار التراكيب الوراثية الأخرى البكرية العقد (Om & Hong ١٩٨٩).

ومن بين ٣٣ صنفًا وسلالة من الكوسة *C. pepo* قيمت لصفة العقد البكرى أظهرت ٢٢ منها درجات من الصفة تراوحت بين ١٠٪ للصنف Ambassador إلى ٨٢٪ فى الصنف Chefini Hybrid، كما كانت نسبة العقد البكرى عالية — كذلك — فى كل من Gold Strike (٧٥٪)، و Black Beauty (٧١٪) (Robinson ١٩٩٣).

وقد أمكن إنتاج صنف من الكوسة قادر على العقد البكرى بدرجة عالية، مع مقاومة متعددة للأمراض، وبزراعته تحت أغطية نباتية تحجب عنه الحشرات الملقحة أعطى ٨٣٪ من محصوله العادى الملقح بالحشرات (Robinson & Reiner ١٩٩٩).

ولقد أُجريت دراسة قُيم فيها ٤٥ سلالة وصنفًا تجاريًّا من الكوسة الزوكينى وثلاثة هجن، ووجد أعلى معدل لنمو الثمار البكرية العقد فى خمسة أصناف وسلالات، هى: CpCAL 112، و CM-37، و E-27، و PI 261610، و V-185. ولقد ارتبطت صفة العقد البكرى فى تلك الأصناف والسلالات بانخفاض فى إنتاج الإثيلين فى الثمار غير الملقحة خلال الأيام القليلة الأولى بعد تفتح الزهرة. وبالمقارنة فإن الثمار غير الملقحة

بالسلالات والأصناف غير البكرية العقد حدثت فيها زيادة فى إنتاج الإثيلين بعد ثلاثة أيام من تفتح الزهر، وأعقب ذلك حدوث شيخوخة للثمار وسقوطها. وبذا.. يمكن اتخاذ إنتاج الإثيلين فى المبايض أو الثمار بعد ثلاثة أيام من تفتح الزهرة دليلاً للتعرف على صفة العقد البكرى والانتخاب لها فى الكوسة الزوكينى (Martinez وآخرون ٢٠١٤).

انتخاب النسب

أمكن عن طريق برنامج للتربية بطريقة انتخاب النسب انتخاب خمس سلالات من الكوسة الإسكندرانى تميزت بغزارة إنتاجها للأزهار المؤنثة فى ظروف الحرارة العالية فى العروة الصيفية المتأخرة تحت ظروف محافظة أسيوط. أنتجت تلك السلالات محصولاً بلغ ٢٠٠٪، و ٣٠٠٪ من محصول الصنف الاسكندرانى الأصلى فى العروتين الشتوية والصيفية، على التوالى، وكانت أفضلها محصولاً — فى كلتا العروتين — السلالة 219-127-12 (Mohamed وآخرون ٢٠٠٣).

إنتاج الهجن التجارية

تظهر قوة الهجين — بوضوح — فى هجن قرع الكوسة، بالرغم من عدم حدوث أى تدهور فى قوة النمو مع التربية الداخلية (Whitaker ١٩٧٤). ويستفاد — حاليًّا — من هذه الظاهرة فى إنتاج عديد من الهجن التجارية، التى تُنتج بتلقيح السلالات المرباة داخليًّا المتآلفة معًا.

وتتوفر عدة جينات للعقم الذكرى فى بعض الأنواع المزروعة من الجنس *Cucurbita*، منها: الجين ms فى *C. pepo* الذى يؤدى إلى سقوط البراعم الزهرية المذكرة قبل تفتحها، والجين ms-2 الذى اكتشف فى أحد نباتات قرع الكوسة من الصنف المصرى اسكندرانى، الذى أُدخل إلى الولايات المتحدة كسلالة رقم P.I. 228241 (Eisa & Munger ١٩٦٨). كما وجدت طفرة أخرى متنحية عقيمة تمامًا ذكريًّا وأنثويًّا، ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز s (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦).

وبالرغم من توفر جينات العقم الذكرى فى مختلف أنواع الجنس *Cucurbita*.. فإن هذه الظاهرة لم تستخدم كثيرًا فى إنتاج الهجن التجارية؛ لأن السلالات العقيمة الذكر

(msms) تُكثر — كما هو معروف — بتلقيحها مع نباتات خصبة خليطة من نفس السلالة (Ms ms)؛ الأمر الذى يعنى أن نصف النباتات — فى خطوط سلالات الأمهات فى حقل إنتاج البذور — تكون خصبة، ويلزم التعرف عليها أولاً بأول وإزالتها، وهى عملية تتطلب وقتًا وجهدًا كبيرين لإجرائها، ويقتصر استخدام هذه الظاهرة — حاليًا — على بعض هجن النوع *C. maxima*.. هذا.. ولا توجد ظاهرة عدم التوافق فى الجنس *Cucurbita*.

ويعتمد إنتاج بذور الهجن التجارية فى الجنس *Cucurbita* على ظاهرة انفصال الجنس؛ حيث تُزال الأزهار المذكرة، التى تزرع بالتبادل مع سلالة الأب بنسبة ٥ أم : ٢ أب. ونظرًا لأن الأزهار كبيرة .. فإنها تلاحظ بسهولة، وتزال قبل تفتحها بعدة أيام. ومع ذلك.. فإن الهجن لا تُنتج إلا فى الأصناف القصيرة bush types؛ لأن عملية التخلص من الأزهار المذكرة لا تكون اقتصادية فى الأصناف المدادة (عن Whitaker & Bemis ١٩٧٦). وتستخدم حاليًّا لإنتاج الهجن سلالات أمهات ذات نسبة عالية من الأزهار المؤنثة؛ لخفض تكاليف عملية إزالة الأزهار المذكرة. ويزود حقل إنتاج البذور بخلايا لإتمام عملية التلقيح.

وقد أمكن الاستغناء عن عملية التخلص من الأزهار المذكرة فى خطوط الأمهات، برش النباتات ثلاث مرات بالإثيفون بتركيز ٢٥٠ جزءًا فى المليون، على أن تكون المعاملة فى مراحل نمو الورقة الحقيقية الأولى، والثالثة، والخامسة، وقد يفيد — أحيانًا — زيادة التركيز إلى ٤٠٠ جزء فى المليون. وتؤدى هذه المعاملة إلى منع تكوين أية أزهار مذكرة، ويستمر هذا التأثير لحين عقد نحو ٢–٣ ثمار. ويتوقف الرش بالإثيفون بعد ذلك؛ لأنه لا يكون فعالاً. وتلجأ شركات إنتاج البذور إلى التخلص من الأزهار المذكرة القليلة التى قد تظهر فى خطوط الأمهات قبل تفتح هذه الأزهار.

وعند جمع الثمار.. يفضل التخلص من خطوط الآباء قبل الشروع فى عملية الحصاد؛ لتجنب أى خلط ميكانيكى محتمل.

وللاطلاع على تفاصيل جهود التربية فى القرع العسلى *Cucurbita moschata* من كافة الوجوه.. يراجع Hazara وآخرين (٢٠٠٧).

تربية الكوسة والقرع العسلى للاستفادة من البذور

تُعد بذور القرع العسلى غنية فى الزيت والبروتين؛ فتتراوح نسبة الزيت بين ٤٠٪، و٥٠٪، ونسبة البروتين بين ٣٠٪، و ٤٠٪، إلاّ أن هذا البروتين يعد فقيرًا فى الأحماض الأمينية الضرورية methionine، و threonine، و tryptophan. أما الزيت فهو غير متشبع بدرجة عالية (Loy ١٩٩٠).

وقد اقتُرح استئناس النوع *C. foetidissima* (الـ Buffalo Gourd) لأجل بذوره الكثيرة الغنية بالبروتينات والدهون، فضلاً على جذوره الكبيرة الغنية بالمواد الكربوهيدراتية (عن Whitaker & Robinson ١٩٨٦).

هذا.. وتُستهلك بذور الكوسة والقرع العسلى كتسالى، وقد اتجهت جهود التربية نحو إنتاج سلالات لاستهلاك بذورها.

وقد اكتشفت طفرة فى الغلاف البذرى فى *C. pepo* تميزت برقته، وهى التى عُرِفت باسم "البذرة العارية" naked seed، أو "البذرة عديمة الغلاف hull-less seed". سمحت هذه الطفرة بزيادة كفاءة استخلاص الزيت منها، وبإمكان استهلاكها دونما حاجة لعملية التقشير.

وحقيقة الأمر أن تلك البذور يكون فيها جميع أنسجة طبقات الغلاف البذرى، إلاّ أن التغليظ الثانوى للجدر الخلوية فى الأنسجة الخارجية (البشرة وتحت البشرة والخلايا الاسكليرونشيمية) يكون محدودًا للغاية. ومع جفاف بذور هذه الطفرة فإن الأنسجة الخارجية تنهار؛ تاركة وراءها غلاف بذرى رقيق (Loy ١٩٩٠).

يتحكم جين واحد متنحٍ (يأخذ الرمز n) فى إنتاج هذا الغلاف البذرى الرقيق جدًّا، مع وجود تأثير لما لا يقل عن جينين آخرين مُحوِّرين — أحدهما سائد — يُقللان — بدرجة أكبر — من تكوين الغلاف البذرى. وعندما تكون البذرة خالية تمامًا من الغلاف البذرى، فإنها تأخذ مظهر الطبقة الداخلية من الغلاف البذرى (الكلورنشيمية) التى تكون — بطبيعتها — خضراء قاتمة اللون.

ولقد اكتشفت طفرتان للون النسيج الكلورنشيمى: أخضر فاتح – وهى طفرة متنحية للأخضر الداكن – وأصفر، وهى طفرة متنحية لكل من الأخضر الداكن والأخضر الفاتح.

وعندما يكون الغلاف البذرى رقيقًا (وليس غائبًا) فإنه يبدو بلون رمادى على خلفية من النسيج الكلورنشيمى الأخضر، أو بلون رصاصى على خلفية من نسيج الكلورنشيمى الأصفر.

وقد طُوِّرت سلالات قصيرة النمو bush بدون غلاف بذرى؛ بهدف زراعتها على مسافات أقل، وزيادة محصول وحدة المساحة من البذور، فضلاً عن إنتاج جميع ثمارها فى وقت متقارب حول تاج النبات؛ بما يعنى تجانس النضج وسهولة الحصاد.

ولقد بدا أن السلالات ذات الثمار الصغيرة الحجم تنتج بذورًا أكبر من وحدة الوزن من الثمرة، ومع زيادة كثافة الزراعة يزيد محصول البذور من وحدة المساحة، إلاّ أن الثمار الكبيرة تُنتج بذورًا أكبر حجمًا (Loy ١٩٩٠).

ويتبين مما تقدم أن جهود التربية لإنتاج أصناف بذور التسالى تركزت فى ثلاثة اتجاهات كما يلى :

١– إنتاج سلالات قصيرة تصلح للزراعة الكثيفة.

٢– إنتاج سلالات ذات ثمار صغيرة، بها أقل قدر ممكن من النسيج اللحمى.

٣– إنتاج سلالات تتميز بارتفاع محصول البذور/ ثمرة.

كما تؤخذ — فى الحسبان — صفات أخرى كثيرة؛ منها: حجم البذرة، ودرجة امتلائها، ولونها، وسهولة استخراجها، والنسبة الجنسية، وإنتاج الأزهار المذكرة من حبوب اللقاح.

وقد تمكن Loy (١٩٨٨) من إنتاج سلالتى جيل سابع من القرع العسلى (*C. pepo*) ذات بذور بدون قصرة. وبلغ محصول البذور فى إحداها نحو ٣٣٦ كجم/فدان، عندما كانت كثافة الزراعة ١٥٠٠٠ نبات/ فدان. ومن الأصناف التجارية المعروفة ذات البذور العالية كل من Lady Godiva، و Eat All.

تربية الكوسة والقرع لتحسين جودة الثمار

أُجرى تقييم شمل ١٤ سلالة، و١٣ هجينًا تجاريًّا من *C. pepo* لدراسة محتواها من المركبات الكيميائية النباتية، ووُجد ما يلى: تراوحت المادة الجافة بين ٤,٢٪، و١١,٧٦٪، والصبغات الطبيعية بين ٥,٨٥، و٢٦٠٢,٢ ميكروجرام/جم مادة جافة (ترافقت مع محتوى كلوروفيل ب، وكلوروفيل أ، على التوالى)، وحامض الأسكوربيك بين ٠,٤٧، و١,٢٩ مجم/جم مادة جافة، والفينولات الكلية بين ١,٩٨، و ٥,٤٩ مجم/جم مادة جافة.

ولقد كانت السلالات Ac-2، وAc-8، و Ac-23، و Ac-27 غنية فى محتوى ثمارها من كل من حامض الأسكوربيك، وكلوروفيل أ، وكلوروفيل ب، والفينولات الكلية، وتُعد مصادر يمكن الاستفادة منها فى برامج التربية (Blanco-Diaz وآخرون ٢٠١٥).

ولقد وجد أن صفة حلاوة الثمار (sweetness) فى قرع الشتاء من *C. maxima* قليلة التأثر بالعوامل البيئية ومن الممكن تحسينها دون توقع مشاكل، على خلاف جملة الصفات التى تتحكم فى القوام texture، والتى وجد أنها شديدة التأثر بالعوامل البيئية إلى درجة يصعب معها إجراء تحسين وراثى فى تلك الصفة (Hurst & Corrigan ٢٠٠٦). وقد شكلت السكريات والمادة الجافة ٨٦,١٪، و٦٥,٧٪ – على التوالى — من التباين فى الحلاوة والطعم (Corrigan وآخرون ٢٠٠٦).

وللاطلاع على تفاصيل تربية القرع العسلى والكوسة للمحتوى العالى من الكاروتين.. يراجع Paris (٢٠٠٧).

تربية الكوسة والقرع لتحمل البرودة أثناء التخزين

أظهر صنف الكوسة Natura أفضل قدرة على تحمل التخزين على ٤ ْم؛ حيث عانت ثماره أقل قدر من أضرار البرودة، وكان الفقد فى الوزن منخفضًا، ولم يرتفع فى ثمارها محتوى الـ malonyldialdehyde (اختصارًا: MDA) والـ H_2O_2 كما فى ثمار الأصناف الأخرى. وقد وجد ارتباط موجب بين مستوى الـ MDA والـ

H_2O_2 وبين أضرار البرودة، ووجد ارتباط سالب بين نشاط الكاتاليز وأضرار البرودة؛ بما يمكن معه اعتبار تلك القياسات دلائل على الحساسية لأضرار البرودة (Carvajal وآخرون ٢٠١١).

ولقد أُجرى تقييم لجيلامبلازم *C. pepo* المحتفظ به فى Elmeria فى إسبانيا للقدرة على تحمل البرودة عند تخزين الثمار على ٤ ْم لمدة ١٤ يومًا، ووُجد أن أكثر السلالات تحملاً للبرودة كانت CpCAL003، كما وجدت تباينات فى درجات أقل فى تحمل البرودة. ولقد كان إنتاج الثمار للإثيلين منخفضًا عند الحصاد، ثم ازداد فى جميع السلالات المختبرة بعد ٧ أيام من التخزين على ٤ ْم، ثم انخفض ثانية إلى أقل مستوى بعد ٧ أيام أخرى من التخزين البارد. وتبين وجود ارتباط بين مستوى الإثيلين المستحث بفعل التخزين البارد بعد ٧ أيام من التخزين وبين الحساسية لأضرار البرودة؛ بما يجعل من الممكن اتخاذ ذلك كأداة للانتخاب لتحمل البرودة (Megias وآخرون ٢٠١٤).

كما أُجرى تقييم شمل ٨٠ سلالة وصنفًا من طرز مختلفة من الكوسة لتحمل أضرار البرودة، وذلك بتخزينها لمدة ٧ أو ١٤ يومًا على ٤ ْم. وقد أظهرت عدة سلالات تحملاً لأضرار البرودة، منها: CpCAL003، و CpCAL051، و CpCAL053، حيث انخفضت فيها نسبة الضرر السطحى بالثمار، وفقدان الوزن على ٤ ْم.

وقد دُرست وراثة تحمل أضرار البرودة فى تلقيح بين السلالة المتحملة CpCAL003 والسلالة الحساسة للبرودة CpCAL112، وتبين أن الصفة تُورَّث كميًّا ولا يتحكم فيها جين واحد. وتبين أن إنتاج الإثيلين المستحث بالبرودة ينعزل مرافقًا للحساسية للبرودة. ويُستفاد من ذلك إمكان استخدام إنتاج الإثيلين عند التخزين البارد كدليل للانتخاب لتحمل البرودة فى الكوسة (Megias وآخرون ٢٠١٧).

تربية الكوسة والقرع لتحمل مبيدات الحشائش

توصل Adeniji & Coyne (١٩٨١) — من دراستهما على المقاومة لمبيد الحشائش

ترفلورالين Trifluralin — إلى أن صفة المقاومة فى الجنس *Cucurbita* يتحكم فيها جين واحد سائد أعطياه الرمز T، وأن فعل هذا الجين يثبط بفعل جين آخر هو T-1.

ولقد وجد مستوى عالٍ من القدرة على تحمل مبيد الحشائش ترفلورالين trifluralin فى السلالتين: PI 368569، و PI 179264 من *C. maxima* (Poe وآخرون ١٩٨٨).

كما يتميز صنف *C. maxima* اليابانى Hokkai 1 بضعف قدرته على امتصاص مبيد الحشائش heptachlor exo-epoxide (اختصارًا: HEPX)؛ وهى صفة سائدة وكمية (Sugiyama وآخرون ٢٠١٣).

مصادر الكتاب

Abdel-Hafez, A. A. 1969. Effeciency of gene markers for the development of triploid watermelon *Citrullus vulgaris* Schard. Ph. D. thesis, Cairo Univ. 330 p.

Abdel-Hafez, A. A., A. K. Gaafar, and A. M. A. Allam. 1980. Inheritance of flesh color, seed coat cracks, and total soluble solids in watermelon and their genetic relations. Zagazig Univ., Fac. Agr. Res. Bull. No. 134. 31 p.

Adeniji, A.A. and D. P. Coyne. 1981. Inheritance of resistance to trifluralin toxicity in *Cucurbita moschata* Poir. HortScience 16: 774-775.

Anastasio, G., G. Palmores, F. Nuez, M. S. Castala, and J. Costa. 1988. Salinity responses among wild cucurbits. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 11: 91-92.

Bang, H. J. 2005. Environmental and genetic strategies to improve carotenoids and quality in watermelon. Ph. D. thesis. Texas A & M University. The Internet.

Bang, H., A. R. Davis, S. Kim, D. I. Leskovar, and S. R. King. 2010. Flesh color inheritance and gene interactions among canary yellow, pale yellow, and red watermelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 135: 362-368.

Bauchot, A. D., D. S. Mottram, A. T. Dodson, and P. John. 1998. Effect of aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase antisense gene on the formation of volatile esters in cantaloupe charantais melon (cv. Védrandois). J. Agr. Food Chem. 46 (11): 4787-4792.

Blanco-Diaz, M.T., R. Font, D. Martinez-Valdivieso, and M. del Rio-Celestino. 2015. Diversity of natural pigments and phytochemical compounds from exocarp and mesocarp of 27 *Cucurbita pepo* accessions. Sci. Hort. 197: 357-365.

Botia, P., M. Carvajal, A. Cerdá, and V. Martinez. 1998. Response of eight *Cucumis melo* cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. Agronomie 18 (8/9): 503-513.

Bracy, R. P., R. L. Parish, and P. E. Bergeron. 1992. Detachment forces for fresh-market cucumbers. Appl. Eng. Agr. 8 (6): 747-479.

Bressan, R. A., L. Le Cureux, L. G. Wilson, P. Filner, and L. R. Baker. 1981. Inheritance of resistance to sulfur dioxide in cucumber. HortScience 16: 332-333.

Burger, Y. et al. 2002. A single recessive gene for sucrose accumulation in *Cucumis melo* fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (6): 938-943.

Burger, Y. et al. 2003. Development of sweet melon (*Cucumis melo*) genotypes combining high sucrose and organic acid content J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128 (4): 537-540.

Burnham, M. and C. E. Peterson. 1970. Stem attachment area: a new variable for cucumber breeders. HortScience 5: 48-50.

Cabrera, R. M. and M. E. Saltveit. 1993. Characterization of fruit exudates on the chilling injury of cucumber fruit. Acta Hort. No. 343: 290-292.

Cabrera, R. M., M. E. Saltveit, Jr., and K. Owens. 1992. Cucumber cultivars differ in their response to chilling temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (5): 802-807.

Call, A. D. and T. C. Wehner. 2011. Gene list 2010 for cucumber. Cucurbit Gen. Coop Rep. No. 33/34: 69-103.

Carvajal, F., C. Martinez, M. Jamilena, and D. Garrido. 2011. Differential response of zucchini varieties to low storage temperature. Sci. Hort. 130: 90-96.

Chambliss, O. L., H. T. Erickson, and C. M. Jones. 1968. Genetic control of bitterness in watermelon fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 539-546.

Chen, H. X. and P. S. Cao. 1994. Parthenocarpy of cucumber. (In Chinese). China Veg. No. 3: 56-59. c.a. Plant Breeding Abst. 66: 732; 1996.

Cho, S. H. 2017. The development of cold resistance rootstock using Agrobacterium-mediated transformation of Arabidopsis CBF3/DREBIA in bottle gourd (*Lagenaria sicieraria* Standl.). Sci. Hort. 214: 141-146.

Chung, S. M., J. E. Staub, and G. Fazio. 2003. Inheritance of chilling injury: a maternally inherited trait in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128 (4): 526-530.

Cheng, Y. et al. 2016. Construction of a genetic linkage map of watermelon (*Citrullus lanatus*) using CAPS and SSR markers and QTL analysis for fruit quality traits. Sci. Hort. 202: 25-31.

Cohen, Y., H. Eyal, and A. Cohen. 1993 . 'Gylan' – a gynoecious muskmelon. HortScience 28 (8): 855.

Colla, G. et al. 2005. Evaluation of salt tolerance in rootstocks of cucurbitaceae. Acta Hort. No. 697: 469-474.

Corrigan, V. K., D. I. Hedderley, and P. L. Hurst. 2006. Assessment of objective texture measurements for characterising and predicting the sensory quality of squash (*Cucurbita maxima*). N. Z. J. Crop. Hort. Sci. 34: 369-379.

Cramer, C. S. and T. C. Wehner. 1999. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. Euphytica 110: 99-108.

Cramer, C. S. and T. C. Wehner. 2000. Path analysis of the correlation between fruit number and plant traits of cucumber populations. HortScience 35 (4): 708-711.

Cuevas, H. E., J. E. Staub, and P. W. Simon. 2010. Inheritance of beta-carotene-associated mesocarp color and fruit maturity of melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica 173 (1): 129-140.

Cuevas, H. E., H. Song, J. E. Staub, and P. W. Simon. 2010. Inheritance of beta-carotene-associated flesh color in cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit. Euphytica 171 (3): 301-311.

Dahmani-Mardas, F. et al. 2010. Engineering melon plants with improved fruit shelf life using the TILLING approach. Plos One 5 (12). <www.plosone.org>.

Delaney, D.E. and R. L. Lower. 1987. Generation analysis of plant characters in crosses between two determinate cucumber lines and *Cucumis sativus* var. *hardwickii*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 707-711.

Delannay, I. Y. and J. E. Staub. 2011. Molecular markers assist in the development of diverse inbred backcross lines in European Long cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 178: 229-245.

De Menezes, C. B. et al. 2005. Inheritance of parthenocarpy in summer squash (*Cucurbita pepo* L.). Genetics and Molecular Research 4 (1): 39-46.

De Ponti, O. M. B. and F. Garretsen. 1980 Ressistance in *Cucumis sativus* L. to *Tetranychus urticae* Koch. 7. The inheritance of resistance and bitterness and the relations between these characters. Euphytica 29: 513-523.

Dhillon, N. P. S. 2004. Variation and genetics of tolerance to cull fruit formation in slicing cucumber. Plant Breeding 123 (4): 386-388.

Dijkuizen, A. and J. E. Staub. 1999. QTL conditioning yield and fruit quality traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 22: 8-10.

Dogimont, C. 2011. Gene list of melon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 33/34: 104-133.

Edelstein, M. and H. Nerson. 2009. Low-temperature germination of melons is affected by seedcoot characterstics and embryo genotype. HortSicence 44: 1412-1414.

Edelstein, M., F. Corbineau, J. Kigel, and H. Nerson. 1995. Seed coat structure and oxygen availability control low-temperature germination of melon (*Cucumis melo*) seeds. Physiologia Plantarum 93 (3): 451-456.

Eisa, H. M. and H. M. Munger. 1968. Male sterility in *Cucurbita pepo*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 473-479.

El-Hafez, A. A., S. F. El-Sayed, and A. A. Gharib. 1997. Genetic analysis of cucumber yield and its components by diallel crossing. Egypt. J. Hort. 24 (2): 141-159.

Ezura, H., H. Amagi, I. Kikuta, M. Kubota, and K. Oosawa. 1995. Selection of somaclonal variants with low-temperature germinability in melon (*Cucumis melo* L.). Plant Cell Reports 12 (11): 684-688.

Fanourakis, N. E. and E. E. Tzifaki. 1993. Correlated inheritance of fruit neck with fruit length and linkage relations with 10 other characteristics of cucumber. Euphytica 65: 71-77.

Fernández-Silva I. et al. 2009. On the genetic control of heterosis for fruit shape in melon (*Cucumis melo* L.). J. Hered. 100 (2): 227-235.

Fernández-Trujillo., J. P. and J. Obando. 2007. Mapping fruit susceptibility to postharvest physiological disorders and decay using a collection of near-isogenic lines of melon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 132: 575-583.

Fita, A., B. Picó, and F. Nuez. 2006. Inplications of the genetics of root structure in melon breeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131 (3): 372-379.

Fita, A., B. Picó, R. C. S. Dias, and F. Nuez. 2008. Effect of root architecture on response to melon vine decline. J. Hort. Sci. Biotechnol. 83 (5): 616-623.

Fita, A., B. Picó, A. J. Monforte, and F. Nuez. 2008. Genetics of root system architecture using near-isogenic lines of melon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133 (3): 448-458.

Fita, A., F. Nuez, and B. Picó. 2011. Diversity in root architecture and response to P deficiency in seedlings of *Cucumis melo* L. Euphytica 181: 323-339.

Flores, F. B., M. C. Martinez-Madrid, F. J. Sánchez-Hidalgo, and F.

Romojaro. 2011. Differential rind and pulp ripening of transgenic antisense ACC oxidase melon. Plant Physiol. Biochem. 39 (1): 37-43.

Fogelman, E., A. Kaplan, Z. Tanami, and I. Ginzberg. 2011. Antioxidative activity associated with chilling injury tolerance of muskmelon (*Cucumos melo* L.) rind. Sci. Hort. 128: 267-273.

Franco, J. A., C. Esteban, and C. Rodriguez. 1993. Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. J. Hort. Sci. 68 (6): 899-904.

Franco, J. A., J. A. Fernánez, S. Banón, and A. González. 1997. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. HortScience 32 (4): 642-644.

Fukino, N. et al. 2012. Mapping of a gene that confers short lateral branching (slb) in melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica 187: 133-143.

Gokseven, A., N. Sari, and L. Solmaz. 2014. Seed yield and quality of watermelon genotypes having snack food potential, pp. 57-61. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, U.S.

Gordon, V. S. and J. E. Staub. 2011. Comparative analysis of chilling response in cucumber through plastidic and nuclear genetic effects component analysis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 136: 256-264.

Gordon, V. S. and J. E. Staub. 2014. Backross introgression of plastomic factors controlling chilling tolerance into elite cucumber (*Cucumis sativus* L.) germplasm: early generation recovery of recurrent parent phenotype. Euphytica 195 (2): 217-234.

Gorski, P. M., A. Jaworski, S. Shannon, and R. W. Robinson. 1986. Rapid TLC and HPLC quantification of cucurbitacin C in cucumber cotyledon. HortScience 21: 1034-1036.

Guis, M. et al. 1997. Ripening-associated biochemical traits of cantaloupe charantais melons expressing an antisense ACC oxidase transgene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122 (6): 748-751.

Guis, M. et al. 1998. Ethylene and biotechnology of fruit ripening: pre- and postharvest behaviour of transgenic melons with inhibited ethylene production. Acta Hort. No. 463: 31-37.

Gusmini, G. 2003. Watermelon (*Citrullus lanatus*) breeding handbook. 90 p. The Internet.

Gusmini, G. and T. C. Wehner. 2005. Genes determining rind pattern inheritance in watermelon: a review. HortScience 40 (6): 1928-1930.

Gusmini, G. and T. C. Wehner. 2006. Review of watermelon genetics for plant breeders. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 28/29: 52-61

Gusmini, G. and T. C. Wehner. 2006. Qualitative inheritance of rind pattern and flesh color in watermelon. J. Hered. 97 (2): 177-185.

Gusmini, G. and T. C. Wehner. 2007. Heritability and genetic variance estimates for fruit weight in watermelon. HortScience 42 (6): 1332-1336.

Harrison, H. F., Jr., C. S. Kousik, and A. Levi. 2011. Identification of *Citrullus lanatus* germplasm accessions tolerant to clomazone herbicide. HortScience 46: 684-687.

Haynes, R. L. and C. M. Jones. 1975. Wilting and damage to cucumber by spotted and striped cucumber beetles. HortScience 10: 265.

Hazara, P., A. Mandal, A. K. Dutta, and H. H. Ram. 2007. Breeding pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poir) for fruit yield and other characters. Inter. J. Plant Breeding 1 (1): 51-64.

Henderson, W. R. 1989. Inheritance of orange flesh color in watermelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 12: 59-63.

Henderson, W. R., G. H. Scott, and T. C. Wehner. 1998. Interaction of flesh color genes in watermelon. J. Hered. 89 (1): 50-53.

Herrington, M. E., P. J. Brown, and A. R. Carr. 1986. Introgression as a source of bitterness in watermelon. HortScience 21: 1237-1238.

Higashi, K., K. Hosoya, and H. Ezura. 1999. Histological analysis of fruit development between two melon (*Cucumis melo* L. *reticulates*) genotypes setting different size fruit. J. Exp. Bot. 50 (339): 1593-1597.

Holmes, G. J. and J. R. Schultheis 2003. Sensitivity of watermelon cultigens to ambient ozone in North Carolina. Plant Disease 87: 428-434.

Hurst, P. L. and V. K. Corrigan. 2006. Genetic analysis of sweetness and textural attributes in winter squash (*Cucurbita maxima*). N. Z. J. Crop Hort. Sci. 34: 359-367.

Hutton, M. G. and J. B. Loy. 1992. Inheritance of cold germinability in muskmelon. HortScience 27 (7): 826-829.

Jones, R. W., Jr. 1984. Studies related to genetic salt tolerance in the cucumber, *Cucumis sativus* L. (Abstract). Dissertation Abstracts International, B (Sciences and Engineering) 45 (5): 1376 B.

Jones, R. W., Jr., L. M. Pike and L. F. Yourman. 1989. Salinity influences cucumber growth and yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 547-551.

Kang, B., W. E. Zhao, Y. B. Hou, and P. Tian. 2010. Expression of carotenogenic genes during the development and ripening of watermelon fruit. Sci. Hort. 124 (3): 368-375.

Kare, G. M., Q. Guo, J. Shen, J. Xu, and J. Chen. 2013. Heritability and gene effects for salinity tolerance in cucumber (*Cucumis sativus* L.) estimated by generation mean analysis. Sci. Hort. 159: 122-127.

Kim, I. S., H. Okubo, and K. Fujieda. 1992. Genetic and hormonal control of parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 36 (3-4): 173-181.

Klosinska, U. and E. U. Kozik. 2014. Non-allelic factors responsible for chilling tolerance at seedling stage in cucumber PI 390953, pp. 84-86. In: Cucurbitaceae 2014 Proceddings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, US.

Kozik, E. U. and T. C. Wehner. 2008. A single dominant gene Ch for chilling resistance in cucumber seedling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 133: 167-311.

Kozik, E. U. and T. C. Wehner. 2014. Tolerance of watermelon seedlings to low-temperature chilling injury. HortScience 49 (3): 240-243.

Kumar, R. and T. C. Wehner. 2011. Inheritance of fruit yield in two watermelon population in North Carolina. Euphytica 182: 275-283.

Kumar, R. and T. C. Wehner. 2013. Quantitative analysis of generations for inheritance of fruit yield in watermelon. HortScience 48 (7): 844-847.

Kumar, R. and T. C. Wehner. 2014. Breeding for yield in watermelon - a review, pp. 40-41. In: Cucurbitaceae 2014 Proceedings. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, Va, U. S.

Kupper, R. S. and J. E. Staub. 1988. Combining ability between lines of *Cucumis sativus* L. and *Cucumis sativus* var. *hardwickii* (R.) Alef. Euphytica 38: 197-210.

Lee, C. W. and J. Janick. 1978. Inheritance of seedling bitterness in *Cucumis melo* L. HortScience 13: 193-194.

Liu, S. et al. 2015. Mapping of quantitative trait loci for lycopene content and fruit traits in *Citrullus lanatus*. Euphytica 202 (3): 411-426.

Loy, J. B. 1988. Improved seed yield in hull-less strains of *Cucurbita pepo*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 11: 72-73.

Loy, J. B. 1990. Hull-less seeded pumpkins: a new edible snackseed crop, pp. 403-407. In: J. Janick and J. E. Simon (eds.). Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR.

Lu, H. F. et al. 2014. QTL-seq identifies an early flowering QTL located near flowering locus T in cucumber. Theor. Appl. Gen. 127 (7): 1491-1499.

Maynard, D. N., A. M. Dunlap, and B. J. Sidoti. 2002. Sweetness in diploid and triploid watermelon fruit. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 25: 32-35.

Manriquez, D., F. B. Flores, I. El-Sharkawy, A. Latché, and J. C. Pech. 2002. Molccular control of fruit ripening and sensory quality of charentais melon. Acta Hort. No. 731: 413-420.

Martinez, C. et al. 2014. Sources of parthenocarpy for zucchini breeding: relitioship with ethylene production and sensitivity. Euphytica 200 (3): 349-362.

McCollum, T. G., D. J. Cantliffe, and H. S. Paris. 1987. Flowering, fruit set, and fruit development in birdnest-type muskmelons. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 161-164.

Megias, Z. et al. 2014. Screening *Cucurbita pepo* genetic resources for tolerance to chilling injury, pp. 129-131. In: Cucurbitaceae 2014. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., Alexandria, VA, USA.

Megias, Z. et al. 2017. Postharvest cold tolerance in summer squash and its association with reduced cold-induced ethylene production. Eyphytica 213: 9.

Mendez-Lopez, A. et al. 2010. Collection, characterization and grouping of parthenocarpic genotype of round zucchini pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y del Ambiente 16 (2): 123-131.

Mendlinger, S. and M. Fossen. 1993. Floweing, vegetative growth, yield, and fruit quality in muskmelons under saline conditions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118 (6): 868-872.

Mendlinger, S. and D. Pasternak. 1992. Screening for salt tolerance in melons. HortScience 27 (8): 905-907.

Meng, X., N. Liu, L. Zhang, J. Yang, and M. Zhang. 2014. Genotypic differences in phosphorus uptake and utilization of watermelon under low phosphorus stress. J. Plant Nutr. 37 (2): 312-326.

Miller, J. C., Jr., L. R. Baker, and D. Penner. 1973. Inheritance of tolerance to chloramben methyl ester in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 386-389.

Mitchell, J. M., D. J. Cantliffe, H. J. Klee, S. A. Sargent, and P. J. Stoffella. 2007. Fruit quality characteristics of 'Galia' F_1 hybrid (*Cucumis melo reticulates* group) muskmelon developed from a transgenic male parent. Acta Hort. No. 731: 31-38.

Mohamed, M. F., E. F. S. Refaei, and G. I. Shalaby. 2003. Improved selected lines of zucchini squash from cv. 'Eskandrani'. Egypt. J. Plant Breed. 7 (1): 305-312.

Mróz, T. L. et al. 2015. Transgenic cucumber lines expressing the chimeric pGT:: Dhn24 gene do not show enhanced chilling tolerance in phytotron conditions. Plant Breeding 134 (4): 486-476.

Nandgaonkar, A. K. and L. R. Baker. 1981. Inheritance of multi-pistillate flowering habit in gynoecious pickling cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 (6): 755-757.

Navazio, J. P. and P. W. Simon. 2001. Diallel analysis of high carotenoid content in cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (1): 100-104.

Navot, N., M. Sarfatti, and D. Zamir. 1990. Linkage relationships of genes affecting bitterness and flesh color in watermelon. J. Hered. 81(2): 162-165.

Nerson, H. and H. S. Paris. 2008. "Birdsnest" melons from Iran: germplasm for concentrated yield in time and position. Israel J. Plant Sci. 56 (3): 245-256.

Nerson, H. and J. E. Staub. 1989. Low temperature germination in muskmelon is dominant. Cucubit Gen. Coop. Rep. No. 12: 50-51.

Nunez-Palenius, H. G., H. J. Klee, D. J. Huber, and D. J. Cantliffe. 2007. A single insertion of ACC oxidase gene in antisense orientation extends the shelf life in muskmelon 'Galia' hybrid parental line (*Cucumis melo* L. var. *reticulates* ser.). Acta Hort. No. 731: 421-426.

Obando-Ulloa, J. M. et al. 2008. Climacteric or non-climacteric behavior in melon fruit. 1. Aroma volatiles. Postharvest Biol. Technol. 49 (1): 27-37.

Obando-Ulloa, J. M., I. Eduardo, A. J. Monforte, and J. P. Fernández-Trujillo. 2009. Identification of QTLs related to sugar and organic acid composition in melon using near-isogenic lines. Sci. Hort. 121 (4): 425-433.

Ogbonna, P. E. and I. U. Obi. 2010. Variability of yield and yield components in 'Egusi' melon. African Crop Sci. J. 18 (3): 107-113.

Om, Y. H. and K. H. Hong. 1989. Evaluation of parthenocarpic fruit set in zucchini squash. (In Koreen with English summary). Acta Horticulture, Korea Republic 31 (1): 30-33.

Oyabu, T., K. Yabe, and S. Sugahara. 2000. Expression of ethylene insensitive gene on shelf life of fruit in netted melon. (In Japanese with English summary). Res. Bul. Aichi-Ken Agr. Res. Cent. No. 32: 93-97. c. a. Hort. Abst. 71: Abst. 6804; 2001.

Paris, H. S. 2007. Genetic analysis and breeding of pumpkins and squash for high carotene content, pp. 93-115. Modern Methods of Plant Analysis. Vol. 16. Vegetables and Vegetable Products. H. F. Linskens and J. F. Hackson (eds.). The Internet.

Paris, H. S., T. G. McCollum, H. Nerson, D. J. Cantliffe, and Z. Karachi. 1985. Breeding of concentrated yield of muskmelons. J. Hort. Sci. 60: 335-339.

Pech, J. C., M. Bouzayen, and A. Latché. 2008. Climacteric fruit ripening: ethylene-dependent and independent regulation of ripening pathways in melon fruit. Plant Sci. 175 (1-2): 114-120.

Périn, C. et al. 2002. Molecular and genetic characterization of an non-climacteric phenotype in melon reveals two loci conferring altered ethylene response in fruit. Plant Phys. 129: 300-309.

Peterson, G. C. and L. M. Pike. 1992. Inheritance of green mature seed-stage fruit color in *Cucumis sativus* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (4): 643-645.

Pierce, L. K. and T. C. Wehner, 1990. Review of genes and linkage groups in cucumber. HortScience 25: 605-615.

Pike, L. M. and C. E. Peterson. 1969. Inheritance of parthenocarpy in the cucumber (*Cucumis sativus* L.). Euphytica 18: 101-105.

Poe, R. R., D. P. Coyne, B. A. Swisher, and M. D. Clegg. 1988. Differential *Cucurbita* spp. tolerance to the herbicide trifluralin. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 (1): 35-40.

Ponti, O. M. de and F. Garretsen. 1976. Inheritance of parthenocarpy in pickling cucumbers (*Cucumis sativus* L.) and linkage with other characters. Euphytica 25: 633-642.

Pornsuriya, Pr. and Po. Pornsuriya. 2009. Study on genetic effects in fruit shape of oriental pickling melon. J. Agr. Technol. 5 (2): 385-390.

Prend, J. and C. A. John. 1976. Improvement of pickling cucumber with the determinate (de) gene. HortScience 11 :427-428.

Prothro, J. et al. 2012. Main and epistatic quantitative trait loci associated with seed size in watermelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 137 (6): 452-457.

Provvidenti, R. 1994. Inheritance of a partial chlorophyll deficiency in watermelon activated by low temperatures at the seedling stage. HortScience 29 (9): 1062-1063.

Qi, C. Z., Z. Z. Yuan, and Y. X. Li. 1983. A new type of cucumber - *Cucumis sativus* L. var. *xishuangbannanesis*. (In Chinese with English summary). Acta Hort. Sinica 10 (4): 259-263.

Qi, X. H., T. Li, Q. Xu, and X. H. Chen. 2011. Modulation of chlorophyll contents and anti-oxidant systems in two cucumber varieties under waterlogging stress and subsequent drainage. J. Hort. Sci. Biotechnol. 86 (4): 337-342.

Raloff, J. 2007. A melon for dieters and diabetics. Science News online 172 (5): 5 pp. The Internet.

Rhodes, B. 2000. Hybrid seed production in watermelon, pp. 69-88. In: A. S. Basra (ed). Hybrid seed production in vegetables: rationale and methods in selected crops. Food Products Press, N. Y.

Rhodes, B. B. and S. L. Love. 1983. Presence of factores for delayed germination in *Citrullus lanatus* and *Citrullus colocynthis*. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 6: 64-65.

Robinson, R. W. 1993. Genetic parthenocarpy in *Cucurbita pepo* L. Cucurbit Genetics Cooperative Rep. No. 16: 55-57.

Robinson, R. W., H. M. Munger, T. W. Whitaker, and G. W. Bohn. 1976. Genes for the Cucurbitaceae. HortScience 11: 554-568.

Robinson, R. W. and S. Reiner. 1999. Parthenoarpy in summer squash. HortScience 34 (4): 715-717.

Robinson, R. W., A. Jaworski, P. M. Gorski, and S. Shannon. 1988. Interaction of cucurbitacin genes. Cucubit Gen. Coop. Rep. No. 11: 23-24.

Sakaguchi, S. and Y. Nishimura. 1969. Breeding seedless watermelon by using induced chromosome translocation. JARQ 4 (3): 18-22.

Schafferman, D., A. Beharav, E. Shabelsky, and Z. Yaniv. 1998. Evaluation of *Citrullus colocynthis*, a desert plant native in Israel, as a potential source of edible oil. J. Arid Env. 40 (4): 431-439.

Serce, S., J. P. Navazio, A. F. Gokce, and J. E. Staub. 1999. Nearly isogenic cucumber genotypes differing in leaf size and plant habit exhibit differential response to water stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124 (4): 358-365.

Shannon, M. C., G. W. Bohn, and J. D. McCreight. 1984. Salt tolerance among muskmelon genotypes during seed emergence and seedling growth. HortScience 19: 828-830.

Shetty, N. V. and T. C. Wehner. 2000. Breeding for high fruit yield in cucumber. Acta Hort. No. 510: 21-27.

Simon, P. W. and J. P. Navazio. 1997. Early Orange Mass 400, Early Orange Mass 402, Early Orange Mass 404: high-carotene cucumber germplasm. HortScience 32 (1): 144-145.

Simon, J. E., D. R. Decoteau, and M. Simini. 2007. Identifying air pollution damage on melons. Purdue University, Cooperative Extension Service. The Internet.

Siviero, P., L. Macchiavelli, and M. Leoni. 1995. Chemical and physical evaluation of long shelf life (LSL) melon hybrids. Colture Protette 24 (11): 83-93. (In Italian with English summary). c.a. Plant Breeding Abstr. 67: Abstr. 2620; 1997.

Silva, F., E. Moreno, I. Eduardo, P. Arus, J. M. Alvarez, and A. J. Monforte. 2009. On the genetic control of heterosis for fruit shape in melon (*Cucumis melon* L.). J. Herd. 100 (2): 229-235.

Smeets, L. and T. C. Wehner. 1997. Environmental effect on genetic variation of chilling resistance in cucumber. 97: 217-225.

Staub, J. E. and L. K. Crubaugh. 1989. Tolerance of cucumber to chloramben herbicides. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 2: 7-8.

Staub, J. E., L. D. Kner, and L. A. Weston. 1991a. Evaluations and correlated response for resistance to chlormben herbicide in cucumber. HortScience 26 (7): 905-908.

Staub, J., L. Crubaugh, H. Baumgartner, and H. Hopen 1991b. Screening of the cucumber germplasm collection for tolerance to clomazone herbicide. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 14: 22.

Sugiyama, K. 1998. Varietal differences in female flower bearing ability and evaluation method in watermelon. JARQ, Jap. Agr. Res. Quart. 32 (4): 267-273.

Sugiyama, K. and M. Morishita. 2000. Production of seedless watermelon using soft X-iradiated pollen. Sci. Hort. 84 (3/4): 255-264.

Sugiyama, K., T. Kanno, and M. Morishita, 1998. Evaluation method of female flower bearing ability in watermelon using silver thiosulfate (STS). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67 (2): 185-189.

Sugiyama, K., T. Kanno., M. Norishita, and Y. Iwanaga. 1999. Relationship between rind hardness and rind tissue structure in watermelon. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 68 (1): 108-116. c.a. Plant Breeding Abst. 69: Abst. 6603; 1999.

Sugiyama, K., M. Morishita, and E. Nishino. 2002. Seedless watermelons produced via soft-irradiated pollen. HotScience 37 (2): 292-295.

Sugiyama, K. et al. 2013. Identification and inheritance of winter squash cultivar (*Cucurbita maxima*) with low heptachlor expoxide ability. Sci. Hort. 161: 35-42.

Sun, Z., R. L. Lower, and J. E. Staub. 2004. Generation means analysis of parthenocarpic characters in a processing cucumber (*Cucumis sativus*) population, pp. 365-371. In: A. Lebeda and H. S. Paris (eds.). Progress in cucurbit genetics and hreeding research. Proceedings of Cucurbitaceae 2004. Placky University in Olomouc, Olomouc, Czech Republic.

Sun, Z., R. L. Lower, and J. E. Staub. 2006. Analysis of generation means and components of variance for parthenocarpy in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Breeding 125 (3): 277-280.

Sun, Z., J. E. Staub, S. M. Chung, and R. L. Lower. 2006. Identificat and comparative analysis of quantitative trait loci associated with parthenocarpy in processing cucumber. Plant Breeding 125 (3): 281-287.

Tang, M., Z. L. Bie, M. Z. Wu, H. P. Yi, and J. X. Feng. 2010. Changes in organic acid and acid metabolism enzymes in melon fruit during development. Sci. Hort. 123 (3): 360-365.

USDA. 2004. A new world of watermelon: ARS develops low-sugar melons, finds mini-fruit rich in key nutrients. Agr. Res. Dec. 2004: 10-11.

Van Wann, E. 1992. Evaluation of the U.S. cucumber germplasm collection for tolerance to soil moisture deficit. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 15: 1-2.

Vecchi, P. T. D. and C. E. Peterson. 1984. Inheritance of flowering response in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 761-763.

Walters, S. A. and T. C. Wehner. 1994. Evaluation of the U.S. cucumber germplasm collection for root size using a subjective rating technique. Euphytica 79: 39-43.

Walters, S. A. and T. C. Wehner. 1994. Evaluation of the U. S. cucumber germplasm collection for early flowering. Plant Breeding 112 (3): 234-238.

Walters, S. A., N. V. Shetty, and T. C. Wehner. 2001. Segregation and linkage of several genes in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (4): 442-450.

Wang, N., S. Liu, P. Gao, F. Luan, and A. R. Davis. 2017. Developmental changes in gene expression drive accumulation of lycopene and β-corotene in watermelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 141 (5): 434-443.

Wehner, T. C. 1984. Estimates of heritabilities and variance components for low-temperature germination ability in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (5): 664-667.

Whener, T. C. 1989. Breeding for improved yield in cucumber. Plant Breeding Rev. 6: 323-359.

Wehner, T. C., N. V. Shetty, and L. G. Wilson. 2000. Screening the cucumber germplasm collection for fruit storage ability. HortScience 35 (4): 699-707.

Wehner, T. C., N. V. Shetty, and G. W. Elmstrom. 2001. Grading and seed production, pp. 27-73. In: D. N. Maynard (ed.). Watermelons: characteristics, production, and marketing. ASHS Press, Alexandria, VA.

Weng, Y. et al. 2015. QTL mapping in multiple populations and development stages reveals dynamic quantitative trait loci for fruit size in cucumbers of different market classes. Theo. Appl. Gen. 138 (9): 1747-1763.

Whitaker, T. W. 1974. Squash, pumpkins, and gourds (*Cucurbita* spp.), pp. 45-46. In: J. Leon (ed.). Handbook of plant introduction in tropical crops. Food and Agr. Org. of the United Nations, Rome.

Whitaker, T. W. and W. P. Bemis. 1976. Cucurbits, pp. 64-69. In: N. W. Simmonds (ed.). Evolution of crop plants. Longman, London.

Whitaker, T. W. and R. W. Robinson. 1986. Squash breeding, pp. 209-242. In: M. J. Bassett (ed.). Breeding vegetable crops. Avi Pub. Co., Inc. Westport, Conn.

Xingfang, G., Z. Shengping, G. Yanmei, and X. Caiqing. 2007. Inheritance of bitterness in cucumber. Acta. Hort. 731: 67-70.

Xu, P. L., Y. K. Guo, J. G. Bai, L. Shang, and X. J. Wang. 2008. Effects of long-term chilling on ultrastructure and antioxidant activity in leaves of two cucumber cultivars under low light. Phys. Plant. 132 (4): 467-478.

Xu, Q., Y. L. Geng, X. H. Qi, and X. H. Chen. 2012. Genetic analysis of the five major aromatic substances in cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Hort. Sci. Biotechnol. 87 (2): 113-116.

Yang, X. O. et al. 2014. Fine mapping of the uniform immature fruit color gene u in cucumber (*Cucumis staivus* L.). Euphytica 196 (3): 341-348.

Yeboah, M. A., C. Xuehao, L. Guohua, G. Minghong, and X. Chenwu. 2008. Inheritance of water logging tolerance in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Genetics of water logging in cucumber. Euphytica 162 (1): 145-154.

Yin, Z., T. Rorat, B. M. Szabala, A. Ziolkowska, and S. Malepszy. 2006. Expression of a *Solanum sogarandinum* SK_3-type dehydrin enhances

cold tolerance in transgenic cucumber seedlings. Plant Sci. 170: 1164-1172.

Yundaeng, C., P. Somta, S. Tangphatsornruang, S. Chankaew, and P. Srinives. 2015. A. single substitution in BADH/AMADH is responsible for fragrance in cucumber (*Cucumis sativus* L.) and development of SNAP markers for the fragrance. Theo. App. Gen. 128 (9): 1881-1892.

Zalapa, J. E., J. E. Staub, and J. D. McCreight. 2006. Generation mean analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. Plant Breeding 125 (5): 482-487.

Zalapa, J. E., J. E. Staub, and J. D. McCreight. 2008a. Variance component analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. Euphytica 162 (1): 129-143.

Zhang, J. N. 1996. Inheritance of seed size from diverse crosses in watermelon. Cucurbit Gen. Coop. Rep. No. 19: 67-69.

Zhang, H., G. Gong, S. Guo, Y. Ren, and Y. Xu. 2011. Screening the USDA watermelon germplasm collection for drought tolerance at the seedling stage. HortScience 46: 1245-1248.

Zhao, W., P. Lv, and H. Gu. 2013. Studies on carotenoids in watermelon flesh. Agr. Sci. 4 (7A): 13-20.

Zhenyu, Q. et al. 2015. Inheritance of fruit cracking resistance of melon (*Cucumis melo* L.) fitting E-0 genetic model using major gene plus polygene inheritance analysis. Sci. Hort. 189: 168-174.

Zhu, J., Z. Bie, and Y. Li. 2008. Physiological and growth responses of two different salt-sensitive cucumber cultivars to NaCl stress. Soil Sci. Plant Nutr. 54 (3): 400-407.

صدَر للمؤلف

صدَر للمؤلف الكتب التالية:

أولاً: فى مجال أساسيات وتقنيات إنتاج وتداول الخضر

١- أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٩٢٠ صحة.

٢- تكنولوجيا الزراعات المحمية (الصوبات) (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٥ صفحة.

٣- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٤- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

٥- أساسيات وفسيولوجيا الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٥٩٦ صفحة.

٦- تكنولوجيا إنتاج الخضر (١٩٩٨). المكتبة الأكاديمية — ٦٢٥ صفحة.

٧- الأساليب الزراعة المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٨٦ صفحة.

٨- تكنولوجيا الزراعات المحمية (١٩٩٩). المكتبة الأكاديمية — ٥٣٥ صفحة.

٩- الممارسات الزراعية لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر: البدائل العلمية والعملية المتكاملة (٢٠١٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

١٠- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٥٢ صفحة.

١١- تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد حصاد الخضر غير الثمرية (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٦٤ صفحة.

١٢- أصول الزراعة العضوية: ما لها وما عليها (٢٠١١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٤ صفحة.

١٣- أصول الزراعة المحمية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٣٦ صفحة.

١٤- أساسيات وتكنولوجيا إنتاج الخضر (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٩٦٨ صفحة.

١٥- تداول الحاصلات البستانية: تكنولوجيا وفسيولوجيا ما بعد الحصاد (٢٠١٥). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس ، والمكتبة الأكاديمية— ٥٤٨ صفحة.

١٦- الأهمية الغذائية والطبية للخضروات. (٢٠١٥). دار الكتب العلمية والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية — ٣٧٨ صفحة.

١٧- تسميد محاصيل الخضر (٢٠١٦). دار الكتب العلمية، والدار العربية للنشر والتوزيع، ومكتبة أوزوريس، والمكتبة الأكاديمية– ٦٩٣ صفحة.

١٨- عوامل الشد البيئى ووسائل الحد من أضرارها: الحلول التكنولوجية لتحديات ومعوقات إنتاج الخضر فى الظروف البيئية القاسية. الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٦٤٨ صفحة.

١٩- بدائل المبيدات لمكافحة أمراض وآفات الخضر. الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٤٨٩ صفحة.

ثانيًا: فى مجال إنتاج محاصيل الخضر

١- الطماطم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣١ صفحة.

٢- البطاطس (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٦ صفحة.

٣- البصل والثوم (١٩٨٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٩١ صفحة.

٤- القرعيات (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٠٧ صفحات.

٥- الخضر الثمرية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠١ صفحة.

٦- الخضر الثانوية (١٩٨٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩١ صفحة.

٧- الخضر الجذرية والساقية والورقية والزهرية (١٩٩٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٤ صفحة.

٨- إنتاج محاصيل الخضر (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧١٢ صفحة.

٩- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٨ صفحة.

١٠- إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية (١٩٩٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٨٥ صفحة.

١١- الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥١١ صفحة.

١٢- الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها (١٩٩٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢١٠ صفحات.

١٣- إنتاج البطاطس (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٤٦ صفحة.

١٤- إنتاج البصل والثوم (١٩٩٩). الدار العربية للنشر والتوزيع— ٣٧١ صفحة.

١٥- القرعيات: تكنولوجيا الإنتاج، والفسيولوجى، والممارسات الزراعية، والحصاد والتخزين (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٩٨ صفحة.

١٦- القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها (٢٠٠٠). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٠ صفحة.

١٧- إنتاج الفلفل والباذنجان (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٣٦ صفحة.

١٨- إنتاج الخضر البقولية (٢٠٠١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٤ صفحة.

١٩- إنتاج الفراولة (٢٠٠٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٨٨ صفحة.

٢٠- إنتاج الخضر الكرنبية والرمرامية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٢٧ صفحة.

٢١- إنتاج الخضر الخيمية والعليقية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣١٥ صفحة.

٢٢- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية (٢٠٠٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٣- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الأول (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٤ صفحات.

٢٤- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثانى (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٠٠ صفحة.

٢٥- إنتاج الخضر الثانوية وغير التقليدية — الجزء الثالث (٢٠٠٤). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٢٤ صفحة.

٢٦- تكنولوجيا الإنتاج المتميز للطماطم (٢٠١٨). دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٢٠٨ صفحات.

٢٧- تحديات إنتاج وتصدير الطماطم ووسائل التغلب عليها (٢٠١٨). دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع — القاهرة – ٣٣٥ صفحة.

ثالثًا: فى مجال تربية النبات

١- أساسيات تربية النبات (١٩٩١). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٦٨٢ صفحة.

٢- تربية محاصيل الخضر (١٩٩٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٨٠٠ صفحة.

٣- تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات (١٩٩٣). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٧٨ صفحة.

٤- الأساس الفسيولوجى للتحسين الوراثى فى النباتات: التربية لزيادة الكفاءة الإنتاجية وتحمل الظروف البيئية القاسية (١٩٩٥). المكتبة الأكاديمية — ٣٢٨ صفحة.

٥- الأسس العامة لتربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٤٧٧ صفحة.

٦- طرق تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٣٩٣ صفحة.

٧- تحسين الصفات الكمية: الإحصاء البيولوجى وتطبيقاته فى برامج تربية النبات (٢٠٠٥). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥١ صفحة.

٨- التكنولوجيا الحيوية وتربية النبات (٢٠٠٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٨٣ صفحة.

٩- تطبيقات تربية النبات فى مكافحة الأمراض والآفات (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٨٥ صفحة.

١٠- تربية النبات لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٢). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٥٤٤ صفحة.

١١- مبادئ تربية محاصيل الخضر (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٢٥٧.

١٢- أساسيات تربية الطماطم (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٨٠ صفحة.

١٣- تربية الطماطم لتحسين المحصول وصفات الجودة (٢٠١٧) . الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٤٤ صفحة.

١٤- تربية الطماطم لتحمل الظروف البيئية القاسية (٢٠١٧). الدار العربية للنشر والتوزيع — ١٦٠ صفحة.

١٥- تربية الطماطم لمقاومة الأمراض والآفات (٢٠١٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — القاهرة — ٣٠٣ صفحات.

١٦- أساسيات تربية القرعيات (٢٠١٨) — ٢٠٨ صفحات — نشر إليكترونى.

رابعًا: فى مجال أصول البحث العلمى والكتابة العلمية

١- أصول البحث العلمى — الجزء الأول: المنهج العلمى وأساليب كتابة البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٤١٧ صفحة.

٢- أصول البحث العلمى — الجزء الثانى: إعداد وكتابة ونشر البحوث والرسائل العلمية (١٩٩٦). المكتبة الأكاديمية — ٢٧٣ صفحة.

٣- أصول إعداد ونشر البحوث والرسائل العلمية (٢٠٠٨). الدار العربية للنشر والتوزيع — ٧٧٠ صفحة.

المؤلف فى سطور



دكتور أحمد عبد المنعم حسن – أستاذ الخضر بكلية الزراعة، جامعة القاهرة – من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢.

حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢، والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦، والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠.

عمل بجامعات الإسكندرية، والقاهرة، وبغداد، والإمارات العربية المتحدة.

أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس، وبغداد.

عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية.

له ٦٦ مؤلفًا علميًّا (توجد قائمة بها فى الصفحات الأخيرة من الكتاب) وأكثر من ٨٢ بحثًا علميًّا منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية.

حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى – مصر) عام ١٩٨٤، وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة – مصر) عام ١٩٨٤ والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى) عام ١٩٩١.